

住宅におけるエネルギー消費と居住環境性能に関する調査研究(継続)

東京大学生産技術研究所
勝田研究室・村上研究室

< 目 次 >

緒 言	130
1 編 住宅種別エネルギー消費モデルの作成と分析・評価	130
1 章 研究の目的	130
2 章 研究の方法	131
3 章 住宅設備の実態に基づいた住宅種別エネルギー消費モデルの作成	134
3-1 住宅の現状	134
3-2 設備の現状	136
3-3 住宅種別エネルギー消費モデルの作成	138
4 章 住宅種別エネルギー消費モデルの分析と評価	140
4-1 暖房用エネルギー消費に関する分析と評価	140
4-1-1 冬期の室内温度	140
4-1-2 シェルターの熱特性(単位床面積, 単位温度差当りの暖房負荷)	141
4-1-3 日射による室温上昇	143
4-1-4 外気温と暖房用エネルギー消費量	144
4-1-5 暖房用エネルギー消費に関する評価	144
4-2 冷房用エネルギー消費に関する分析	144
4-3 給湯用エネルギー消費に関する分析	145
5 章 住宅における省エネルギーの考え方とその方法	146
6 章 結 論	146
2 編 集合住宅における設備実態と入居者の設備評価	148
ー エネルギー消費の観点から ー	
1 章 KMC 実験住宅における居住環境の追跡調査とエネルギー消費実態	148
1-1 調査目的	148
1-2 調査概要	148
1-3 エネルギー消費実態	149
1-4 入居後の設備に関する住い方の変化についてのアンケート調査結果	151
1-5 結 論	153
2 章 設備方式の相違と入居者意識についての調査	153
2-1 調査目的と調査概要	153
2-2 アンケート調査結果	154
2-3 結 論	156

緒 言

前年度の報告では、住宅におけるエネルギー消費量の現状を明らかにすることを主目的として、エネルギー消費に関するデータを整理し、年間エネルギー消費量のグレードを作成した。又エネルギー消費と居住環境との関係について検討を行った。

今年度は次の段階として、これまで整理してきたデータに基づいてエネルギー消費モデルを作成し、それに対応する居住環境の内容を明らかにすることによって、エネルギー消費モデルを評価しようとした。報告書の内容は以下の通りである。

1 編では、エネルギー消費レベルの評価を目的として、東京を対象に住宅を 6 種類に大別し、住宅種別毎に平均的なエネルギー消費モデルを作成した。次にそのモデルに対応した居住環境の内容、すなわち設備、シェルター、室内環境等を実態に則して推定し、居住環境の面からエネルギー消費モデルを評価した。又、住宅における省エネルギーに関する論議がさかんであるところから、わが国の住宅において省エネルギーが可能かどうかという点についての考察も行った。1 編に関する研究のフローと今年度の報告内容を図－1 に示す。

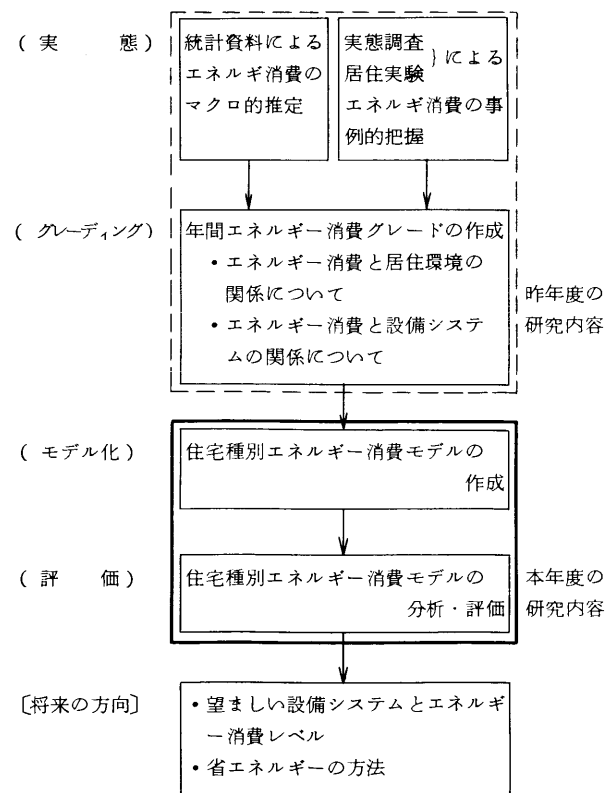


図 1 住宅のエネルギー消費に関する研究フロー

2 編では、KMC 実験住宅における入居者の追跡調査の一環として、入居後 3 年目の冬期に給湯暖冷房設備に関するアンケート調査を行い、一方では 3 年間にわたってエネルギー消費量に関するデータを集計し、入居後の住い方の変化とそれにとまうエネルギー消費内容の変化を明らかにした。

又、同じ団地内に建設されていて、給湯暖房設備が住棟セントラル方式の集合住宅と局所方式（給湯－BF 式風呂用給湯器、台所用瞬間湯沸器、暖房－石油ストーブ、電気ゴタツなど）の集合住宅を対象に同様のアンケート調査を行い、各戸セントラル方式の KMC 実験住宅における調査結果とも比較して、給湯暖房システムの相違が住い方や満足度に対して、どのような影響を与えているかについて明らかにした。

1 編 住宅種別エネルギー消費モデルの作成と分析・評価

1 章 研究の目的

住宅のエネルギー消費に関する研究の目的は、最終的には最適環境に対応する望ましいエネルギー消費レベルを設定し、エネルギー搬送システムの開発や設備容量の設計に資することにある。そのための第一段階が、エネルギー消費の実態を明らかにすることであり、第 2 段階が、エネルギー消費と居住環境との関係を把握することであった。そして、次の段階が本報告の中心課題であるエネルギー消費レベルの評価ということである。従って、エネルギー消費に関する研究の最終的な目標に照らしてみれば、エネルギー消費レベルを評価することの目的は現状のエネルギー消費レベルを正しく認識し、望ましいエネルギー消費レベルを設定するための指針を得ることにあるといえる。但し、ここでいう評価とは、エネルギー消費に代表される「住宅の居住環境」を評価するという意味である。エネルギー消費と居住環境の各要素は、図 1.1 のように互いに密接な関係があり、居住環境のある 1 つの実態の反映としてある量のエネルギーが消費される。つまり、このような意味を持つエネルギー消費量の現状を評価するということである。

ところで、石油危機以来、省エネルギーに関する議論がさかんである。しかし住宅における省エネルギーに関しては、その方法を検討する以前に、まず省エネルギーの可否について論ずる、すなわち、エネルギー消費レベルを評価する必要があるといえる。なぜならば、わが国の住宅用エネルギー消費量は、欧米先進国に比較して非常に低く、それに対応して住宅環境の水準も低いと思わ

れるからである。又、省エネルギーという場合、①住宅の環境水準を現状より落としても省エネルギーを進めるべきか、或いは②現状の水準をあくまでも維持して、現在浪費に近い形で消費されている部分を節約しようということなのか、或いは又、③今後、暖冷房設備の普及等居住環境の向上に伴って増加すると予想されるエネルギー消費を極力押えていこうとすることなのか、というようなことも省エネルギーの方法を検討する以前に明確にしておくべき問題である。なぜならば、それぞれに対応して省エネルギーの方法が考えられるからである。

これらの問題を考えていくためにも、本報告の目的であるところの現状のエネルギー消費レベルの評価が大切な作業となる。

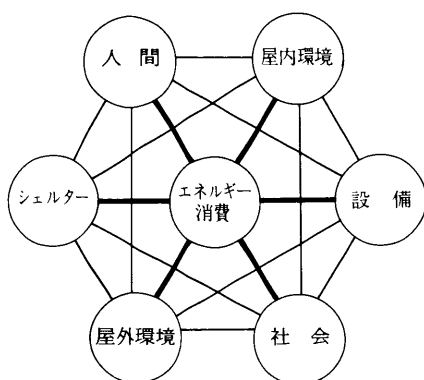


図 1.1 機能要素の相関図

2 章 研究の方法

住宅におけるエネルギー消費量は、地域の環境条件、建物の種類、住い方等によって非常にばらつきのあることは、すでに前年度の報告でみた通りである。このようにばらつきのある実態を適切に評価するために、本報告では、まず住宅の種類別に平均的なエネルギー消費モデルを作成し、そのモデルに対して、居住環境の各要素を設定し、居住環境の面から、エネルギー消費レベルの評価を行うということにした。

エネルギー消費モデルは、東京を対象として、6種類に分類した住宅それぞれについて作成する。又、比較のために札幌の住宅についても検討する。但し、今回は居住環境の構成要素間の関係が比較的捉えやすい暖房用エネルギーを中心に考察した。

さて、エネルギー消費モデルと対応する居住環境の内容を設定するためには、まずエネルギー消費に関連する環境要素のパラメータを選定しなければならない。しかし関連するパラメータは数多く存在し、それらすべてを

網羅することは不可能である。そこで、ここではエネルギー消費と直接関係のあるパラメータをいくつか抽出する。それらのパラメータは表 2.1 の通りである。右欄にはエネルギー消費量を算出する方法を示した。

エネルギー消費とこれらのパラメータの対応がついて、エネルギー消費モデルを居住環境のモデルに置き換えることができれば、次にその居住環境のモデルを評価すればよい。具体的な環境構成要素の評価ということになれば、今まで蓄積されてきた評価の手法を利用していくことができよう。環境の構成要素を種々の面から評価した後、総合化という作業を行って、エネルギー消費のレベルを評価していく。

さて、エネルギー消費レベルを評価するのに先立ち、エネルギー消費実態を見直す意味で年間エネルギー消費量のグレードと実例を表 2.2 に示した。昨年のグレード表にいくつかの例を加えた。グレード表に示した実例のいくつかについて、消費内容を示せば図 2.1 のようになる。エネルギー消費量の多い住宅では給湯暖房用エネルギーの割合が大きい。又、札幌地区の集合住宅では当然のことながら、暖房用の割合が非常に大きいことがわかる。

又、図 2.2 には、エネルギー消費内容の経年変化を示したが、暖房用の伸びが全体の増加に最も大きく寄与していることがわかる。

表 2.1 エネルギー消費内容と居住環境構成要素との関係についてのチェックリスト

エネルギー消費内容	居住環境要素	屋外環境	屋内環境	シエルター	設備	人間	社会	エネルギー消費量の算出方法
1. 暖房	• 外気温度 • 暖房度日 (Dt-t') • 日射量 • 外部風向風速	• 室内温度 • 暖房度日 (Dt-t') • 日射による室温上昇 • 隣接住戸の室内温度 • 換気回数 (n)	• 住宅種別 • 住宅面積 (S) • 暖房負荷 (kcal/m²h) • 壁体熱貫流率 (Q) • 壁体の面積 (A) • 室容積 (V) • 気密性能	• 設備システム • 出力 • 設備効率	• 使用パターン • 暖房期間 • 日平均使用時間 • 家族構成 • 所得レベル	• 人口集中度 • 社会経済レベル • 都市, 郊外, 農村	① $\sum_{\text{season}} (\text{設備出力}) \times (\text{使用時間}) / (\text{効率})$ ② $\sum_{\text{season}} [\sum 1 \text{ m}^2 \text{ 当り } 1^\circ\text{C} \text{ 当りの暖房負荷} \times \text{面積}] \times \text{日} \times (\text{室内温度} - \text{外気温度}) - \text{日射による供給熱量}$ $= 24 \times Dt-t' \times (1 \text{ m}^2 \text{ 当り } 1^\circ\text{C} \text{ 当りの暖房負荷}) \times \text{面積} - \sum_{\text{season}} (\text{日射による供給熱量})$ $(\cdot 1 \text{ m}^2 \text{ 当り } 1^\circ\text{C} \text{ 当り暖房負荷} = (\sum K \cdot A + 0.29 \cdot n \cdot V) / S)$ $(\cdot Dt-t' \text{ の設定をどうするか}$ $(\cdot \text{日射による供給熱量をどうするか}$	
2. 冷房	• 外気温度 • 冷房度日 • 日射量 • 騒音レベル	• 室内温度 • 隣接住戸の室内温度	• 住宅種別 • 住宅面積	• 設備システム • 出力	• 使用パターン • 冷房期間 • 日平均使用時間 • 家族構成 • 所得レベル	• 人口集中度 • 社会経済レベル	① $\sum_{\text{season}} (\text{設備出力} \times \text{使用時間} / \text{効率})$	
3. 給湯	• 水温			• 給湯システム • 給湯柱数 • 出湯温度	• 使用パターン • 日平均使用時間 • 出湯量 • 人浴回数 • 家族構成 • 所得レベル	• 社会経済レベル	① $\sum_{\text{year}} \frac{\sum_{\text{給湯柱}} (\text{出湯温度} - \text{水温})}{\text{給湯柱}} \times 1 \text{ 人当りの給湯量} \times \text{家族人数} / \text{効率}$	
4. 照明 コンセント 炊事				• 保有器具 • 調理衛生掃除娯楽	• 使用パターン • 所得レベル	• 社会経済レベル	① $\sum_{\text{year}} (\text{器具の人力} \times \text{使用時間})$	

表 2.2

住宅用エネルギー消費量のグレードと実例

グレード			1	2	3	4	5	
住宅における エネルギー消費量 (10^6kcal/年戸)	4.75	6.70	9.50	13.2	19.0	26.5	37.5	53.0
1. 統計データより 求めた推定値 (統計データ A ¹⁾)		7.0 昭 46 全国平均値	8~9 昭 50 全国平 均推定値					
(統計データ B ²⁾) 昭 47	5.3 大 阪	7.2 全国平均 及び東京	9.7 秋 田	14.2 札 幌				
(統計データ C ³⁾) 昭 48.10~49.9		7.8 東 京						
(BREレポート ¹¹⁾) 1972					19.4 英 国			
2. 実験住宅におけ る測定	6.0 最小	9.6 15戸平均値	13.7 最大	16.0 東豊中実験 住宅 昭44 ⁹	26.6 S邸実験住宅 昭 46 ⁶⁾			
		KMC実験住宅 昭47 ⁴⁾ (戸別セントラル給湯暖房, 熊谷)		(戸別セントラル給湯暖房, 大阪)	(戸別セントラル給湯暖房, 東京)			
			17.0 三田パークマン ション昭47 ⁷⁾		(戸別セントラル給湯暖房用, 東京)			
3. 実態調査 (調査 A ⁸⁾) 昭 43~46	3.3 木質アパート	5.2 都営住宅	8.3 公団住宅	12.1 マンション		35.4 独立住宅		
			(セントラル給湯暖房設置)			(セントラル給湯暖房設置)		
(調査 B ⁹⁾) 昭 49	5.7 木質アパート	6.5 公団公営	9.6 マンション	11.3 店舗併用	13.3 独立木造	29.8 独立非木造		東京
(調査 C ¹⁰⁾) 昭 45			12.3 マンション					
			(戸別セントラル給湯暖房)					
(調査 D ¹¹⁾) 昭 49		8.8 集合住宅	12.1 独立住宅					
(調査 E ¹²⁾) 昭 49		6.5 集合住宅						熊谷
(調査 F ¹²⁾) 昭 48				14.3 集合住宅	17.8 集合住宅	25.0 独立住宅		札幌
				(個別暖房)	(地域暖房)	(個別暖房)		
4. 米 国 例								
(資料 A ¹³⁾¹⁴⁾) ワシントン ボルチモア地区 1970	集合住宅	(電気ガス併用)	22 高層1寝室	25 高層2寝室	32 低層2寝室			
		(全電化)	16 高層1寝室	18 高層2寝室	26 低層2寝室			
		(全ガス)			26 高層1寝室	29 高層2寝室	39 低層2寝室	
								独立住宅
							40 全電化	53 ガス電気併用
(資料 B ¹⁵⁾) サウスカロライナ 軍事基地 1960		連続住宅	22.5 全電化				39.0 電気ガス併用	
(資料 C ¹⁶⁾) 東部地区 1972	8.4 最小	12.9 27棟平均値	23.3 最大					
		集合住宅 全電化						

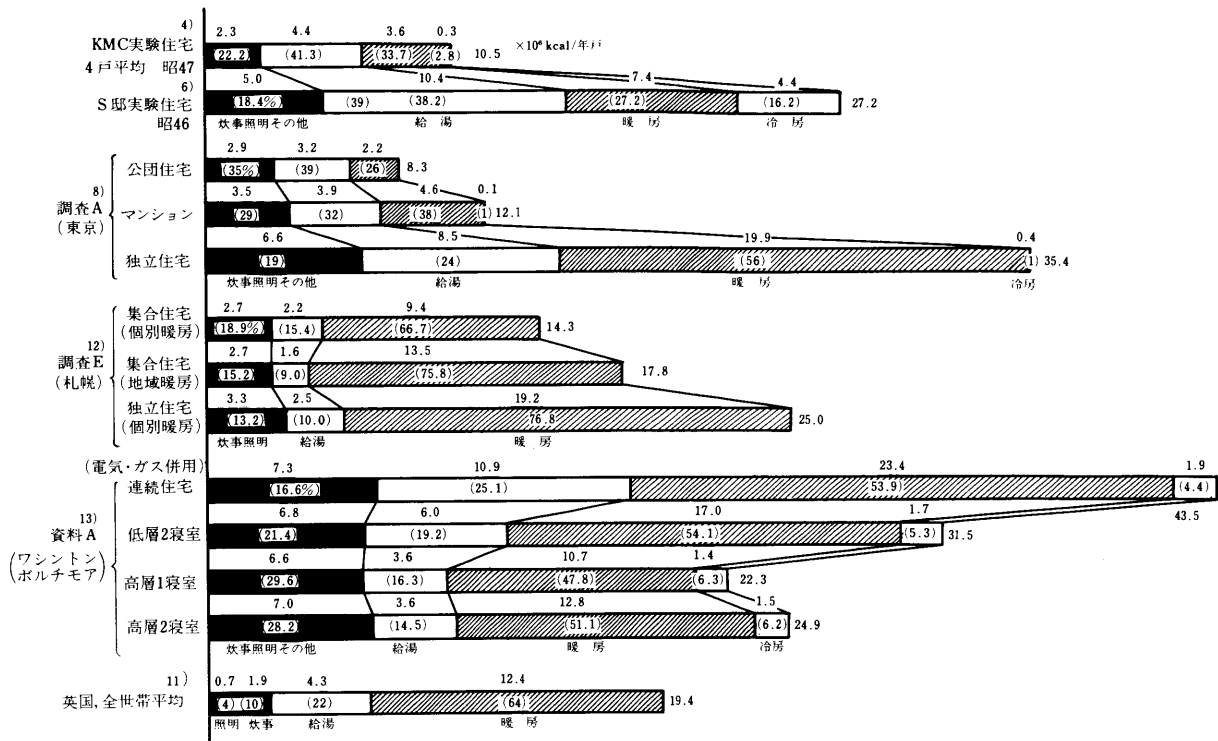


図 2.1 住宅用エネルギー消費の内容

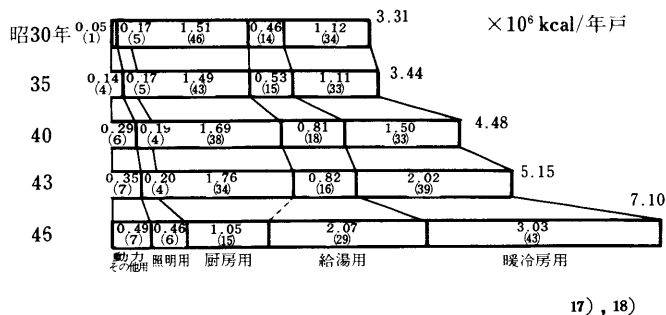


図 2.2 用途別住宅用エネルギー消費量の推移
(単位 10⁶ kcal/年戸)

造独立住宅と木造集合住宅の比率が大きく、両者で全体の約 7 割を占めている。木造集合住宅の中で木質アパートといわれているものが約 80 % を占め、その半数が設備共用（便所及び流しのうちいずれか一方あるいは両方が共用の場合）のアパートである。又、公団の面開発など公的機関による大規模な住宅建設が行われてきているがこれらの非木造の公共集合住宅は、未だ 1 割にも達していない。

(2) 住宅種別面積 (図 3.2)

一戸建木造の面積は、ばらつきが大きく、東京平均が 77.09 m² であるのに対して、共同木造は集中しており平均 21.11 m² と極端に低い値である。又、居住室の使用状況をみると設備専用の民営借家の 50 %、設備共用の民営借家の 95 % が食寝分離ができない状況にある。

(3) 家族人数 (表 3.1)

全世帯平均値は全国が 3.59 人、東京都が 3.01 人である。借家の場合 1 人住いの世帯が 33.2 % に達しており特徴的である。

(4) 設備状況 (流し及び浴室の設置率)

炊事用流しに関しては、設備共用の民営借家でそれのない住戸が若干みられる他は、殆どどの住戸に設置されている。浴室については、専用住宅でみると「有る」ものが全国 72.7 %、東京 55.7 % である。東京の場合、民営借家での設置率が低く設備専用で 37.3 %、設備共用ではわずかに 1.3 % である。

以上、住宅統計調査を基に東京の住宅の状況を述べた。住宅種別毎にまとめると表 3.2 のようになる。

3 章 住宅設備の実態に基づいた住宅種別エネルギー消費モデルの作成

3.1 住宅の現状

(1) 住宅種別構成 (図 3.1)

昭和 48 年版住宅統計調査¹⁹⁾に基づいて、住宅を次の 6 種類に分類する。すなわち、①非木造独立住宅、②木造独立住宅、③非木造集合住宅 (民間) …… マンション ④非木造集合住宅 (公共) …… 公団住宅など、⑤木造集合住宅 …… 木質アパート、⑥店舗併用住宅 である。

この分類に従うと、構成比は図 3.1 のようになる。木

住宅面積や居室の使われ方、設備の状況からみると、平均的にみて、住宅の質のレベルは低く、特に木造集合住宅のレベルは劣っているといえよう。

非木造独立住宅 (1.0)	木造独立住宅 (30.6)	木造集合住宅 (37.0)	非木造集合住宅 (民間) (6.0)	非木造集合住宅 (公共) (8.3)	店舗併用住宅 (11.1)	その他 (6.0)
------------------	------------------	------------------	--------------------------	--------------------------	------------------	--------------

昭和48年現在の東京都の住宅数：35044千戸

図 3.1 住宅種別構成 (%)

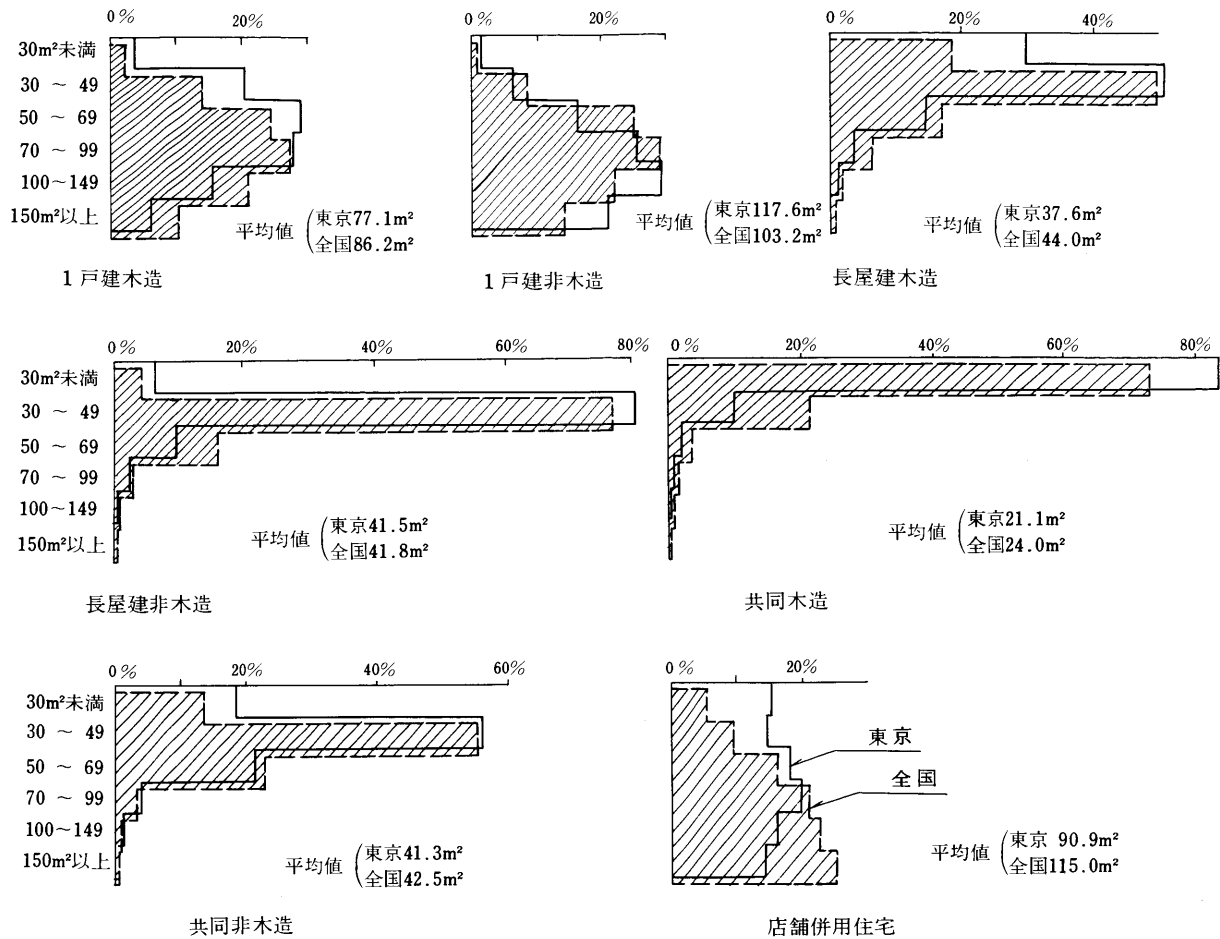


図 3.2 住宅種別面積の度数分布¹⁹⁾

注：住宅統計調査によるもので、本報告の住宅分類とは異なる。

表 3.1 家族人数の住宅種別平均値

住宅種別		東京	全国
全住戸平均値		3.01 人/戸	3.59 人/戸
専用住宅	平均	2.93	3.51
	持ち家	3.71	4.01
	平均	2.47	2.87
	借家	2.40	3.36
	公営	2.49	2.85
	民営（設備専用）	1.48	1.67
	（設備共用）	3.37	3.38
	給与住宅	3.66	3.91
店舗併用住宅	平均	4.10	4.20
	持ち家	2.84	3.12
	借家		

表 3.2 住宅種別にみた各要素の推定値

住宅種別	構成比 %	平均延床面積 m²	平均家族人数	風呂設置率 %
非木造独立住宅	1.0	118	3.5	95
木造独立住宅	30.6	77	3.9	85
非木造集合住宅（民間）	6.0	43	3.0	90
非木造集合住宅（公共）	8.3	40	3.4	75
木造集合住宅	37.0	21	2.2	20
店舗併用住宅	11.1	90	3.5	60

3.2 設備の現状

(1) 暖房設備機器

1) 地域別にみた暖房実態

暖房実態の地域特性に関しては、文献 20) を参考にし
て述べる。

実態調査は、昭和47年12月に行なったもので、調査対
象は札幌、秋田、長野、金沢、大阪の5都市の住宅から
無作為に抽出されている。

① 暖房方式 (図 3.3)

寒冷地の札幌では、ほとんどの住宅が暖房能力の大
きい固定暖房器具を使用しており、10%に近い住宅で
セントラル暖房方式による暖房が行なわれている。
秋田では、セントラル暖房はみられないが、70%以上
の住宅が固定暖房器具を使用している。一方、長野、
金沢、大阪では、小型石油ストーブなどの移動暖房方
式がほとんどである。秋田と長野は、同様の気候区に
属するが暖房方式は全く異っている。

② 移動暖房器具について

移動暖房器具の使用状況 (図 3.4) 移動暖房方式
を行なっている住宅では、ほとんどの住宅が、こたつ
と石油ストーブとの併用である。この点については、
消費者動向調査²¹⁾ やその他の文献からも明らかであ
り、北海道や東北の一部を除いては石油ストーブ+こ
たつというパターンがどこでも一般的であるといえる。

移動暖房器具に対する評価 (図 3.5) 温暖地の大
阪では、移動暖房器具による暖房について80%の世帯
ではほぼ満足しており、準寒冷地の秋田、金沢でも満足
している世帯の割合は多い。長野は、他の地域に比べ
て満足している割合が低く、しかも、「どちらとも言
えない」というあいまいな評価をしている世帯も20%
みられる。東京の公団住宅を対象とした調査²²⁾ では、
各器具に対する満足度をきいているが、電気ストーブ
を除けば、どの器具も「まあ満足」が過半数を占め、
「十分満足」をあわせるとそれぞれ60%以上に達して
いる。現在使用されている石油ストーブは、空気の汚
れ、火災の危険性、給油の手間など、問題点が多いに
もかわらず評価が比較的高いのは、気候条件からい
って移動式石油ストーブの暖房能力で十分間に合うと
いうこと、イニシャルコスト、ランニングコストが他
の器具に比較して安いということが主な理由であろう。

③ 固定暖房器具について

固定暖房器具の選択理由 ポット式大型石油ストー
ブについては、操作性、簡便性に対しての評価割合が
高く、秋田では、「暖房力」が非常に高くかわれてい
る。またこれらの理由について評価されているのは、
「空気の汚れの少なさ」「燃料の経済性」などで、こ
のいずれも札幌にくらべて秋田での評価が高い。

固定暖房器具に対する評価 (図 3.6) 現在の暖房

に対して一応満足の評価をしている割合は札幌で70%、
秋田で80%となっている。不十分と答えた住戸の割合
は少ないが、その理由としては、暖房力に対するもの
がほとんどである。

④ セントラル暖房について

セントラル暖房に対する評価 セントラル暖房方式
を行なっているのは札幌の21世帯 (8.2%) だけであ
る。1日当りの平均使用時間は長く、18時間以上使用
するものが50%を占めている。暖房に対する評価は70
%の世帯で満足だとしているが、かなり不満に感じて
いる世帯も14%みられる。

以上の考察から、暖房設備の使用実態に関する地域特
性は、北海道及び東北地方の一部とその他の地域の2つ
に大別することができること、長野では、気候条件がき
びしい割に、移動式暖房器具の使用率が高いといったこ
とがあげられよう。

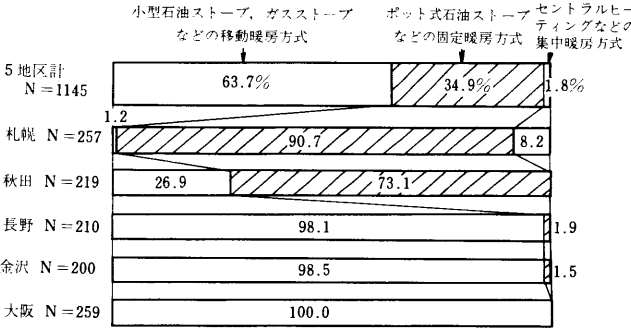


図 3.3 住宅における暖房方式²⁰⁾

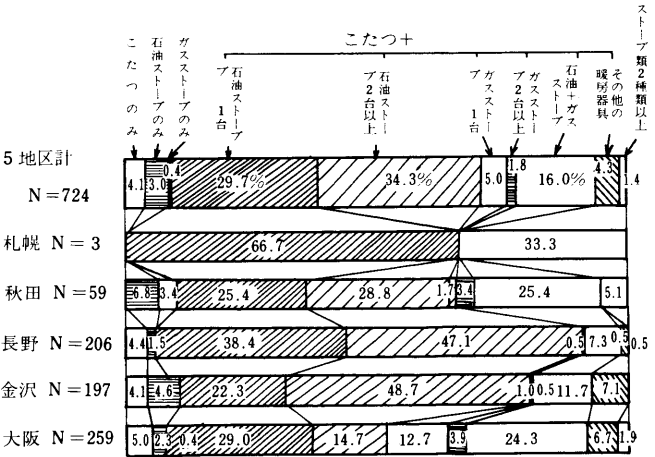


図 3.4 移動暖房器具の組合せ使用状況²⁰⁾

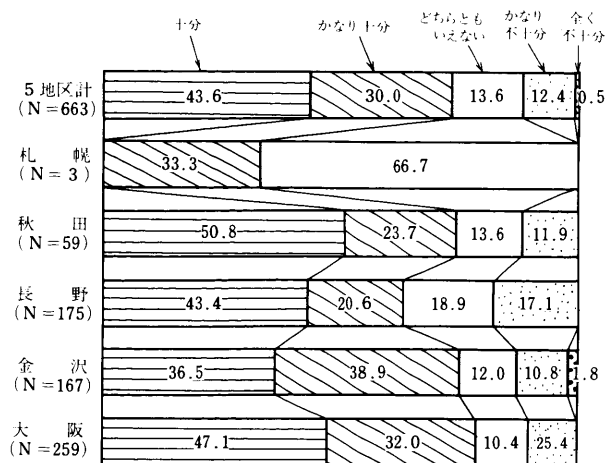


図 3.5 移動暖房器具に対する評価²⁰⁾

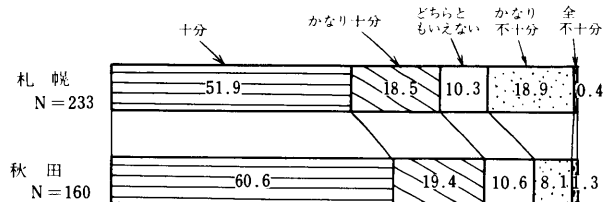


図 3.6 固定暖房器具に対する評価²⁰⁾

ii) 住宅種別にみた暖房実態

東京及び周辺地区を対象とした実態調査⁹⁾によれば、いずれの住宅でも基本的には石油ストーブと電気ごたつというパターンであるが、石油ストーブの普及率が木造集合住宅と店舗併用住宅ではそれぞれ44%、32%で、他の住宅の53%～75%に対して比較的低いこと、電気ごたつの普及率は木造集合住宅が83%で他の住宅の50～66%に比べて著しく高いこと、セントラルヒーティングの普及率が店舗併用住宅で高く50%近いことなどが特徴としてあげられよう。東京の公団住宅を対象とした調査²²⁾では、石油ストーブの普及率71%、電気ごたつ73%、ガスストーブ35%で、前述の調査結果とほぼ一致する。

以上の結果から、東京の場合、住宅種別による差は大きくなく、基本的には石油ストーブ+電気ごたつで変わらないが、木造集合住宅及び店舗併用住宅が、住宅面積の狭さや店舗併用という特殊性から多少他の住宅と設備状況が異なっているといえよう。又、札幌の場合にも、ポット式石油ストーブが一般的で住宅の種類による相違はほとんどない。

(2) 冷房設備機器（扇風機を含む）

i) 地域別にみた冷房実態

㊦ 冷房の普及状況 クーラーの普及率は、地域によ

る差が大きい。電力会社別にみれば²³⁾、使用率は、北海道、東北で5%以下、北陸、九州が18%、東京、中部、四国が20～25%となっている。また、都道府県別では²¹⁾20%を越えるのが大阪、兵庫、奈良、岡山、広島であり、特に大阪は30.3%と高い。一方、5%以下は北海道、青森、岩手、宮城、秋田、山形、栃木、山梨、佐賀、大分、鹿児島であり、夏期の暑い九州でも普及率の低い県がみられる。扇風機の普及率は、北海道だけが50%と低く、東北地方の数県が80%台で、それ以外は90%以上である。

ウィンドファンの普及率は、電力会社別にみると、北陸、九州で10%を越えている他は全般的に低い。また文献²⁰⁾によれば、冷房使用の実態は図 3.7 の通りである。クーラーの普及率は当然のことながら大阪で36.3%と特に高い。また逆に札幌では、「特に何もしなかった」住戸が約半数を占めている。

㊧ 冷房に対する満足度

冷房に対する評価は図 3.8 のようになる。全般的な傾向としては、大部分の世帯で一応十分だとしている。しかし地域的には、金沢、大阪でそれぞれ25%、30%程度の世帯で不満の評価をしている。

満足度を器具別にみると夏涼しい地域でも暑い地域でもルームエアコンを使用している世帯ではともに冷房に対しての満足評価の割合が高く、扇風機の使用世帯では、暑い地域にある金沢や大阪の場合にはかなり満足する割合が低くなっている。

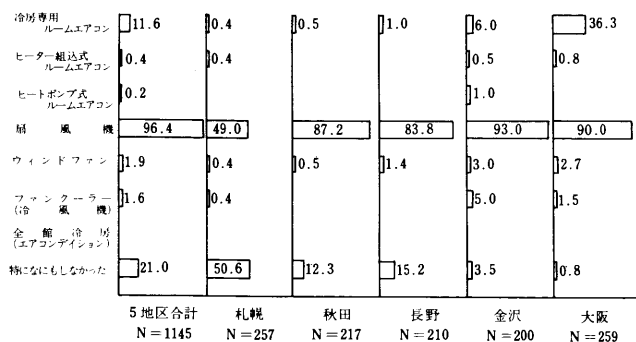


図 3.7 冷房器具の使用実態²⁰⁾

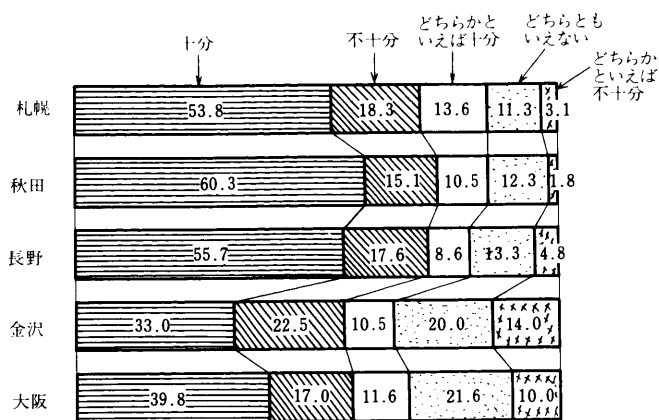


図 3.8 現在の冷房方法による冷房評価²⁰⁾

ii) 住宅種別にみた冷房実態

消費者動向調査²¹⁾によれば、東京におけるクーラーの普及率は平均 14.8%である。住宅種別の調査結果⁹⁾では、木造集合が 17%と低い他はほとんど 30%を越えている。店舗併用も 30%に達してはいるが、セントラルクーリングの普及率が 40%を越えている。この調査で対象となった住戸は、全般的に東京の平均に比べて、クーラーの普及率が高い。又、クーラーの普及率は同一種類の建物でも、公団住宅を対象とした調査²²⁾で明らかになったように、外部環境条件によって異なり、騒音の大きい団地では相対的に普及率が高くなっている。但し、一方で契約アンペア数の制約を受けている。次に、扇風機の普及率は平均 74.9%であるが建物種別でみると、木造集合、店舗併用がやや低い。ウィンドファンの普及率は、非木造独立で 20%を越えている。

冷房設備に対する満足率に関しては、東京の公団住宅を対象とした調査で調べているが、扇風機、ウィンドファン、クーラーのそれぞれに対して、「十分満足」又は「まあ満足」と答えた住戸の割合が 42.9%、58.1%、79.1%、「やや不満」又は「非常に不満」がそれぞれ 25.3%、16.1%、6.4%となっている。

以上の考察から、クーラー等の冷房設備の普及率は、暖房設備の普及率に比べてまだ全般的に低い、今後周辺環境条件のよくない都市の過密地域においては、急速に普及していくものと予想される。

(3) 給湯設備

i) 地域別にみた給湯実態

消費者動向調査²¹⁾によれば、ガス湯沸器の普及率は全国平均で 63.4%である。普及率の高い地区は、80%以上が、大阪、兵庫、奈良、70%以上が東京、福井、京都、島根、岡山、広島、徳島、大分である。一方、東北、北海道地区では普及率が低く、40%以下は北海道、青森、岩手、宮城である。

ii) 住宅種別にみた給湯実態

東京の調査⁹⁾では、ガス湯沸器の普及率は、木造集合住宅(33%)、店舗併用住宅(42%)を除いて約 60%以上である。但し、店舗併用住宅でセントラル給湯の普及率は 40%と高い。風呂の設置率については 3 章で述べた通りである。

公団住宅を対象とした調査²²⁾では、瞬間湯沸器の使用率は 85.1%であり、器具の満足率については、「非常に満足」又は「まあ満足」が 55%を占めている。

以上給湯設備としては、風呂用の湯沸器と台所に局所式の瞬間湯沸器が備えられているというのが現在の一般的なパターンであるが、住宅種別の普及率調査などからみて、セントラル給湯設備は都市の戸建住宅、高級マンションなどを中心に普及率が伸びていくものと予想される。

(4) その他の設備機器

その他の設備機器に関しては、地域特性はほとんどみとめられない。

住宅種別についてみると、木造集合がいずれの機器もやや普及率が低めになっている以外には、著しい特徴はみられない。

3.3 住宅種別エネルギー消費モデルの作成

3.1 に示した住宅の分類に従い、今までのエネルギー消費量の調査に基づいて東京における平均的なエネルギー消費モデルを推定すれば図 3.9 のようになる。

非木造独立住宅は $20 \times 10^6 \text{ kcal/年戸}$ で消費レベルは高いが、住戸数は全体の 1%に過ぎない。逆に住戸数が 37%と最も多い木造集合住宅は、 $3.5 \times 10^6 \text{ kcal/年戸}$ と非常に低いレベルになっている。また、暖房用と給湯用のエネルギーは、調理用、照明用のエネルギーに比べ建物種別による相違が著しい。

住宅の種類によって占める割合の差が大きい暖房用と給湯用のエネルギー消費量について 3.2 で述べたデータに基づき、平均的にどのような設備レベル、生活レベルが対応するかを検討すると、表 3.3 のようになる。

暖房用については、暖房使用期間を 120 日と設定している。使用器具は普及率から推定すれば、住宅種別にかかわらず、石油ストーブ+電気ごたつというパターンとなる。但し、エネルギーの増加に対応して、器具の台数、容量、暖房時間が増えることになる。開放型の燃焼ストーブは、安全、衛生の点からみて望ましくないのは明らかであるが、石油ストーブはイニシャルコスト、ランニングコストの面で他の器具に比べて有利なことが普及率を高めている理由である。

給湯用のエネルギーの場合には、器具の普及率を掛けて平均値を算定した。風呂及び瞬間湯沸器の普及率は高いが、セントラル給湯設備の普及率は未だ低い。しかし、

表3.3 住宅種別暖房給湯用エネルギーの消費内容

住宅種別	暖房用エネルギー消費の内容	給湯用エネルギー消費の内容
非木造 独立住宅	石油ストーブ1 (密閉式) 石油ストーブ2 (密閉式) ガスストーブ 4000kcal/h×8h×120d× $\frac{1}{0.7}$ =5.49×10 ⁶ kcal/年戸 2000kcal/h×8h×120d× $\frac{1}{0.7}$ =2.74×10 ⁶ kcal/年戸 3000kcal/h×4h×120d =1.44×10 ⁶ kcal/年戸 (使用時間) (換気回数) (1/24h)	風 呂 瞬間湯沸器 セントラル給湯器 80ℓ×30deg×3.5ℓ×365d× $\frac{1}{1.2}$ ×0.7×0.95=3.47×10 ⁶ kcal/年戸 35ℓ×20deg×3.5ℓ×365d × $\frac{1}{0.7}$ ×0.80=1.02×10 ⁶ kcal/年戸 45ℓ×25deg×3.5ℓ×365d × $\frac{1}{0.65}$ ×0.20=0.44×10 ⁶ kcal/年戸 (使用時間) (換気回数) (1/24h) (標準)
木造 独立住宅	石油ストーブ ガスストーブ 電気ごたつ 3000kcal/h×8h×120d=2.88×10 ⁶ kcal/年戸 3000kcal/h×4h×120d=1.32×10 ⁶ kcal/年戸 300Wh×860kcal/kWh×6h×120d=0.19×10 ⁶ kcal/年戸	風 呂 瞬間湯沸器 セントラル給湯器 75ℓ×30deg×3.8ℓ×365d× $\frac{1}{1.3}$ ×0.7×0.85=2.91×10 ⁶ kcal/年戸 30ℓ×20deg×3.8ℓ×365d × $\frac{1}{0.7}$ ×0.75=0.89×10 ⁶ kcal/年戸 40ℓ×25deg×3.8ℓ×365d × $\frac{1}{0.65}$ ×0.10=0.21×10 ⁶ kcal/年戸
非木造 集合住宅 (民間)	石油ストーブ ガスストーブ 電気ごたつ 2500kcal/h×6h×120d=1.80×10 ⁶ kcal/年戸 3000kcal/h×3h×120d=1.08×10 ⁶ kcal/年戸 300Wh×860kcal/kWh×6h×120d=0.19×10 ⁶ kcal/年戸	風 呂 瞬間湯沸器 セントラル給湯器 80ℓ×30deg×3.0ℓ×365d× $\frac{1}{1.5}$ × $\frac{1}{0.70}$ ×0.90=2.25×10 ⁶ kcal/年戸 30ℓ×20deg×3.0ℓ×365d × $\frac{1}{0.70}$ ×0.70=0.66×10 ⁶ kcal/年戸
非木造 集合住宅 (公共)	石油ストーブ 電気ごたつ 2500kcal/h×6h×120d=1.80×10 ⁶ kcal/年戸 300Wh×860kcal/kWh×10h×120d=0.31×10 ⁶ kcal/年戸	風 呂 瞬間湯沸器 75ℓ×30deg×3.4ℓ×365d× $\frac{1}{1.5}$ × $\frac{1}{0.70}$ ×0.75=1.99×10 ⁶ kcal/年戸 25ℓ×20deg×3.4ℓ×365d × $\frac{1}{0.70}$ ×0.60=0.53×10 ⁶ kcal/年戸
木造 集合住宅	石油ストーブ 電気ごたつ 2000kcal/h×3h×120d=0.72×10 ⁶ kcal/年戸 300Wh×860kcal/kWh×8h×120d=0.25×10 ⁶ kcal/年戸	風 呂 瞬間湯沸器 100ℓ×30deg×2.2ℓ×365d× $\frac{1}{1.7}$ × $\frac{1}{0.70}$ ×0.20=0.40×10 ⁶ kcal/年戸 30ℓ×20deg×2.2ℓ×365d × $\frac{1}{0.70}$ ×0.40=0.26×10 ⁶ kcal/年戸
店舗 併用住宅	石油ストーブ ガスストーブ 電気ごたつ 3000kcal/h×8h×120d=2.88×10 ⁶ kcal/年戸 3000kcal/h×2h×120d=0.72×10 ⁶ kcal/年戸 300Wh×860kcal/kWh×10h×120d=0.31×10 ⁶ kcal/年戸	風 呂 瞬間湯沸器 セントラル給湯器 75ℓ×30deg×3.5ℓ×365d× $\frac{1}{1.2}$ × $\frac{1}{0.70}$ ×0.60=2.05×10 ⁶ kcal/年戸 30ℓ×20deg×3.5ℓ×365d × $\frac{1}{0.70}$ ×0.45=0.49×10 ⁶ kcal/年戸 45ℓ×25deg×3.5ℓ×365d × $\frac{1}{0.65}$ ×0.30=0.66×10 ⁶ kcal/年戸
独立住宅	石油ストーブ (密閉式) 8000kcal/h×9.5h×180d× $\frac{1}{0.7}$ =19.5×10 ⁶ kcal/年戸 (使用時間) (換気回数) (1/24h)	風 呂 85ℓ×35deg×4ℓ×365d× $\frac{1}{2.5}$ × $\frac{1}{0.7}$ ×0.98=2.43×10 ⁶ kcal/年戸 (換気回数) (標準) (1/24h)
集合住宅	石油ストーブ (密閉式) 5000kcal/h×7.5h×180d× $\frac{1}{0.7}$ =9.6×10 ⁶ kcal/年戸	風 呂 80ℓ×35deg×3.5ℓ×365d× $\frac{1}{2.5}$ × $\frac{1}{0.7}$ ×0.9=1.80×10 ⁶ kcal/年戸

注) 1. 札幌エネルギー消費量は平均的なモデルでない。調査の結果をそのまま用いた。但し、消費内容は推定した。

2. 札幌の石油ストーブはポット式で能力は4000kcal/hから14000kcal/hまでである。

大俣においては、給湯には瞬間湯沸器の分は含まれておらず、瞬間湯沸器の普及率も明らかでない。

木造集合住宅では、風呂の普及率が20%と低いため、消費量は極端に少なくなっている。また、現在のところセントラル給湯設備の普及率は低いが、例えば非木造民間集合住宅においてセントラル給湯設備が100%普及したとすると、平均消費量は、 $3.1 \times 10^6 \text{kcal/年戸}$ から $4.4 \times 10^6 \text{kcal/年戸}$ という値に増加することがわかる。

以上のように、住宅種別のエネルギー消費モデルと設備レベルを対応させてみた限りにおいては、給湯暖房に関する現状の設備レベルは、安全性、衛生性、快適性からみて、平均的に低いといえる。比較のために、札幌市の非木造集合住宅と木造独立住宅のエネルギー消費構成と設備レベルについて図3.9、表3.3に示した。

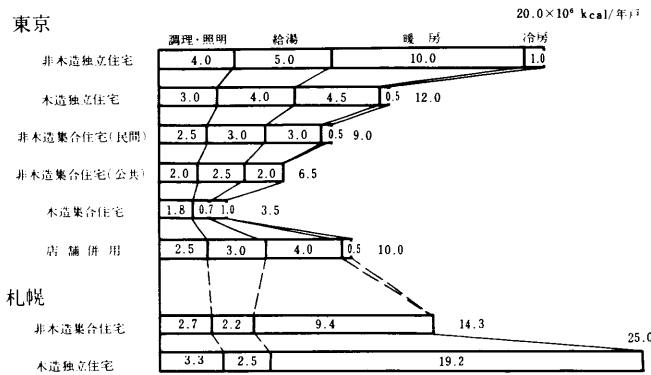


図 3.9 住宅種別エネルギー消費内容

4 章 住宅種別エネルギー消費モデルの分析と評価

4.1 暖房用エネルギーに関する分析と評価

3章では設備レベル、生活レベルと対応させながら、暖房用エネルギー消費モデルを作成したが、本章では、屋外環境、シェルター、屋内環境の面からみてどのような実態が対応しているのかについて明らかにし、暖房用エネルギー消費モデルの評価を進める。

4.1.1 冬期の室内温度

室内環境の評価を行う上で、冬期の室内温度は重要なファクターである。住宅における室温の実測例は少ないが、既存の文献を基にして実態を明らかにする。

(1) 地域別にみた室内温度

気候条件と室内温度の関係について、江口らの報告がある。(26),(27),(28)

対象とした地域は、札幌、盛岡、仙台、東京、長野、高田、名古屋、呉で、建物は薄肉コンクリートプレハブ2階建の連続住宅である。暖房器具としては、石油ストーブとこたつが用いられている。但し、札幌はポット式

石油ストーブである。まず、札幌と東京の2地区における一階居室の全日平均と日平均外気温の関係を示すと図4.1の通りである。図によれば、札幌は16~24℃の間で比較的高温に保たれているが、東京では、7~22℃の間にあり、外気温の低下に伴って室温が低くなっている。これは、札幌では外気温が低い故にポット式ストーブでふんだんに暖房を行い、室内を十分温めているためと考えられる。

又、札幌を除く他地域においても、東京と同様に居室平均温度は外気温との相関が高く、回帰直線を示すと同図に示したようになる。札幌だけが明らかに異った傾向を示し、他地域では冬の寒い地域ほど同じ外気温に対して、やや室内温度が高くなっていることがわかる。

室間の温度差は、仙台の例を示せば図4.2のようになり、明らかに1階居室とそれ以外の室との間では大きく生活の中心となる居間以外ではかなり室温が低い。又、暖房熱量と室内外温度差の関係を示したのが図4.3であり、ほぼ一本の直線にのり、その勾配は $167 \text{kcal/h}^\circ\text{C}$ となる。(延床面積当りに直す $167 \text{kcal/h}^\circ\text{C} / 42.74 \text{m}^2 = 3.9 \text{kcal/m}^2 \text{h}^\circ\text{C}$ である。)

(2) 温暖地域(関東、関西)における設備システムの相違と室内温度

㊦ 開放型燃焼ストーブ使用の住戸

開放型燃焼ストーブ使用のコンクリートアパートの室内気候に関する実測によれば、南室の室内温度は住戸によるバラツキが大きく12~22℃に分布しており、平均16℃である。日変動についてみるとおよそ

朝から昼間にかけて 16℃前後
夜 20℃前後
早朝 12℃前後

である。又、北室は南室に比べ約4℃低く、1日中12℃前後で変動の割合も小さい。住戸全体の日平均室温は、住戸によるバラツキが大きいがおよそ14℃前後であろう。

また、石油ストーブの使用時間は平均10.3時間であり、南室、北室、台所3室の外気基準平均室温とそれら3室に供給された総熱量との関係は図4.4の通りである。暖房器具や置場による影響は殆んどない。日射による室温上昇の自然温度は、大略5℃程度であり、これを除いた供給熱量と温度上昇の関係は $3.2 \times 10^3 \text{kcal/day}^\circ\text{C}$ ($3.2 \times 10^3 \text{kcal/}^\circ\text{C} / 24\text{h} / 42 \text{m}^2 = 3.2 \text{kcal/m}^2 \text{h}^\circ\text{C}$) である。

㊦ セントラル暖房使用の住戸

セントラル暖房を行ったときの室温状態は、例えばKMC実験住宅の実測結果として前年度の報告³⁰⁾で述べた通りである。住戸によるばらつきが大きく日平均室温は13~21℃、暖房時平均室温は17~28℃であり、暖房時間と平均室温との相関は全くみられない。

室別にみるとLDK, B₁の南側の部屋は18℃前後に保たれているが, B₂, 玄関のある北側の部屋は14℃前後で約4℃の差が生じている。

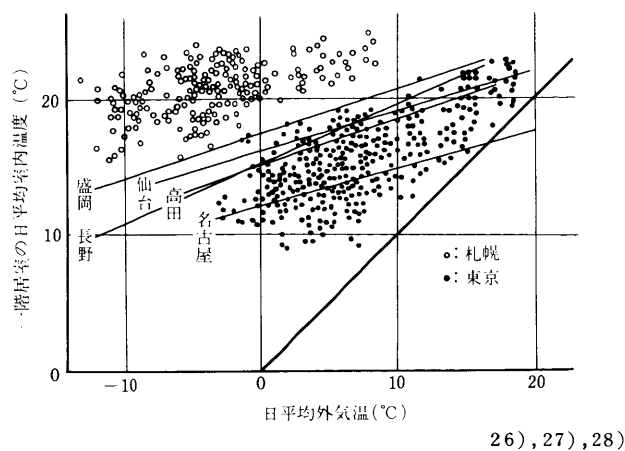


図 4.1 地域別にみた居室の室内温度
(昭 41.11~昭 42.2)

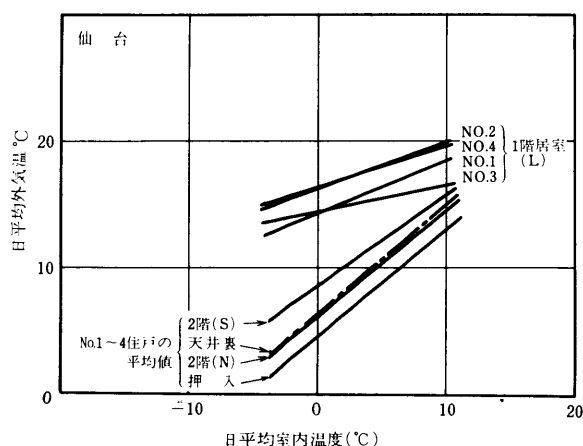


図 4.2 仙台における住宅の室内温度差²⁷⁾
(昭 42.11~昭 43.2)

4.1.2 シェルターの熱特性

シェルターの性能を表わす方法は、熱貫流率、熱容量などがあるが、ここでは、床面積や室内外温度差とエネルギー消費量を結びつけるのに便利な単位として、床面積1㎡当り、室内外温度差1℃当りの暖房負荷kcal/㎡h℃(単位暖房負荷)を用いる。そこでこの数値を、東京、札幌の集合住宅、独立住宅について求める。但し換気量は、建物の気密性能や外部風の影響によってかなり変化するものであるが、ここではすべて1回/hとしている。求めた結果は省略するが、これを基に、建物種類の平均単位暖房負荷を予想すると表4.1の左から2欄目のようになる。4.1.1の実測値から求めた値は、北海道のコンクリートプレハブの連続住宅では、3.9kcal/㎡h℃、千葉県の実木造集合住宅では3.2kcal/㎡h℃であ

る。次に、3章で求めた暖房用エネルギー消費量及び住宅面積とこの単位暖房負荷を基にして暖房度日を算定すると表4.1の左から4欄目のようになる。暖房限界温度を8℃にとると、暖房基準温度は5欄目のような値が得られる。すなわち、木造の集合住宅の場合に、外気温度が8℃以下になると暖房が開始されるとすれば、年間暖房用エネルギー消費量は室内温度が平均8.2℃に保たれていることに相当する。実際の居住状態では、日射や各種の室内発熱によってさらに2~5℃上昇することになる。又、札幌の場合に同様の計算をして求めると、暖房基準温度は12~14℃となる。

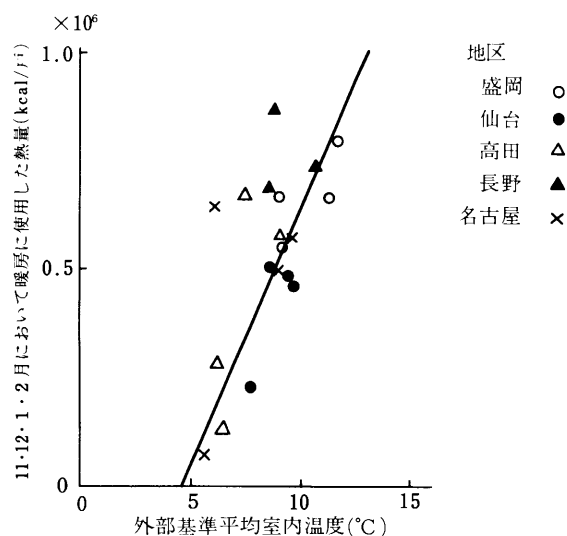


図 4.3 暖房熱量と室内外温度差
(平均温度は1階南室, 2階南室, 2階北室の平均)

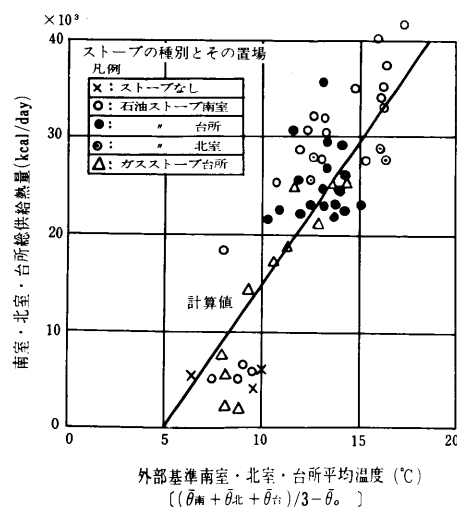


図 4.4 袖ヶ浦団地公団職員住宅における外気基準
平均室内温度と供給熱量²⁹⁾
(ストーブ種別とその置場所)

表 4.1 住宅種別の暖房用エネルギー消費量に対応する室内温度

	住 宅 種 類	暖房用エネルギー消費量 Q : kcal/年戸	単位床面積単位 温度差当りの 暖房負荷 Kf : kcal/m ² h℃	平均延床面積 Af : m ²	暖房度日 D : °C/年戸	暖房限界温度を 8℃としたときの 暖房基準温度 t : °C	日射や室内発熱による室温 上昇 △t : °C	推定室温 暖房期間平均、住戸平均 t + △t t _{tr} : °C
東京	非木造独立住宅	10.0×10 ⁶	7.0	118	504	9.7	4.5	14.2
	木造独立住宅	4.5	7.5	77	325	8.1	4.0	12.1
	非木造集合住宅(民間)	3.0	5.0	43	581	10.3	4.5	14.8
	非木造集合住宅(公共)	2.0	5.0	40	417	8.9	5.0	13.9
	木造集合住宅	1.0	6.0	21	331	8.2	3.0	11.2
	店舗併用住宅	4.0	6.0	90	309	8.0	4.0	12.0
札幌	木造独立住宅	19.2	3.5	115	1988	10.2	—	—
	非木造集合住宅	9.4	2.5	52	3013	16.0	—	—

(注) 1. 暖房基準温度は以下の式により算定した。

$$Q = 24 \times D \times Af \times Kf \quad \cdots \cdots (1)$$

より、D を求め

$$D = (t - t') \times d + D_{8-8} \quad \cdots \cdots (2)$$

d : 暖房日数

より、t を求める。

2. (1)式で Af は本来、外壁面積を用いるが、統計的な値は算出がむずかしいので Af は床面積とした。従って、Kf はいわゆる総合的な熱量流率とは異なる。Kf は床面積当りの暖房負荷である。

3. 暖房限界温度 (t') : 日平均外気温がその温度より低くなった時に暖房を開始する場合の温度

4. 暖房基準温度 (t) : 暖房によって維持される室温
実際の室温はさらに日射や室内発熱により上昇する。

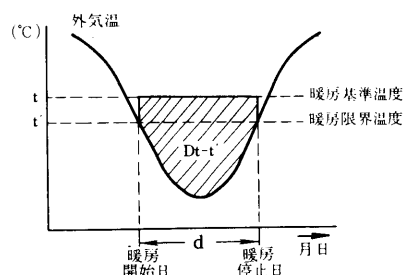


表 4.2 日射及び室内発熱による室温上昇

	室 温 上 昇 (△t)	算 出 方 法
千葉県袖ヶ浦団地 公団職員住宅 ²⁹⁾	5.5 °C (2月, 6日間の平均)	日射量の実測値より供給熱量を推定し、住戸の1℃当りの暖房負荷より算定
KMC実験住宅 ³⁰⁾	4.4 °C (暖房期間中の平均)	暖房用供給熱量からそれによる室温上昇分を算定し、実際の室温との差を日射などによる上昇分とした
東京 ^{32), 33)} 公団住宅	3 ~ 6 °C	非居住状態における室温および外気温の変動グラフより上昇分を推定
川崎 公営住宅	4 ~ 8 °C	非居住状態における室内温度の平均値と外気温の平均値の差より算定
東京(鋼板製) ³⁴⁾ プレハブ連続住宅	4 ~ 8 °C	居住状態における室温および外気温の変動グラフより上昇分を推定
理 科 年 表 ³⁵⁾	4 °C (木造) 6 °C (コンクリート)	—————
東京 ⁴⁴⁾ 木造住宅	6.2 °C	外気温日平均と日平均自然温度との関係の回帰直線より推定

4.1.3 日射による室温上昇

東京などの温暖地域では、日照がありさえすれば、冬は暖かく南面の居室では日中はストーブが必要ないほど温度が高くなる。設備の使用率でみると、たとえば袖ヶ浦の公団職員住宅では、日中は石油ストーブの使用率が10%程度に落ち込んでおり、²⁹⁾KMC実験住宅でもセントラル暖房又は石油ストーブの使用率が午前10時から午後4時頃まで10%以下の状態であった。³¹⁾

日射によって室温が上昇する分を直接求めることはむずかしいが、日射量やエネルギー消費量の実測値、シェルターの熱特性を基にして推定することはできる。各種の実測による推定値を表4.2に示した。

表からわかるように、コンクリートの集合住宅では、日照による室温上昇は4～6℃と推定される。従って表4.1で求めた暖房基準温度にこの上昇分を加えた値が実際の室内温度ということになる。住宅種別の日照時間

などを含めて考えると室内温度は、表4.1の右端欄のように推定される。実際の室温は4.1.1で述べた通りであり、推定値と近い値を示している。

暖房用エネルギー消費量、延床面積、単位暖房負荷、暖房度日、室内温度の関係をまとめると図4.5のようになる。この図で、例えば東京の非木造集合住宅（ $Kf \div 4.0$ ）で延床面積が60㎡であるとすれば、暖房用エネルギー消費量 $3.0 \times 10^6 \text{ kcal/年戸}$ に対応する暖房基準温度は約10℃、日射などによる室温上昇を4℃とすると、暖房期間中の平均室温は14℃と推定できる。

この図を使えば、暖房に関連するこれらの因子の変化量に対応して、エネルギー消費量がどれだけ変化するか、あるいは室内温度がどのくらい変化するかの見当をつけることができる。たとえば、断熱をよくして、 $Kf=2.5$ になったとすると平均室温は17℃と3℃上昇することになる。

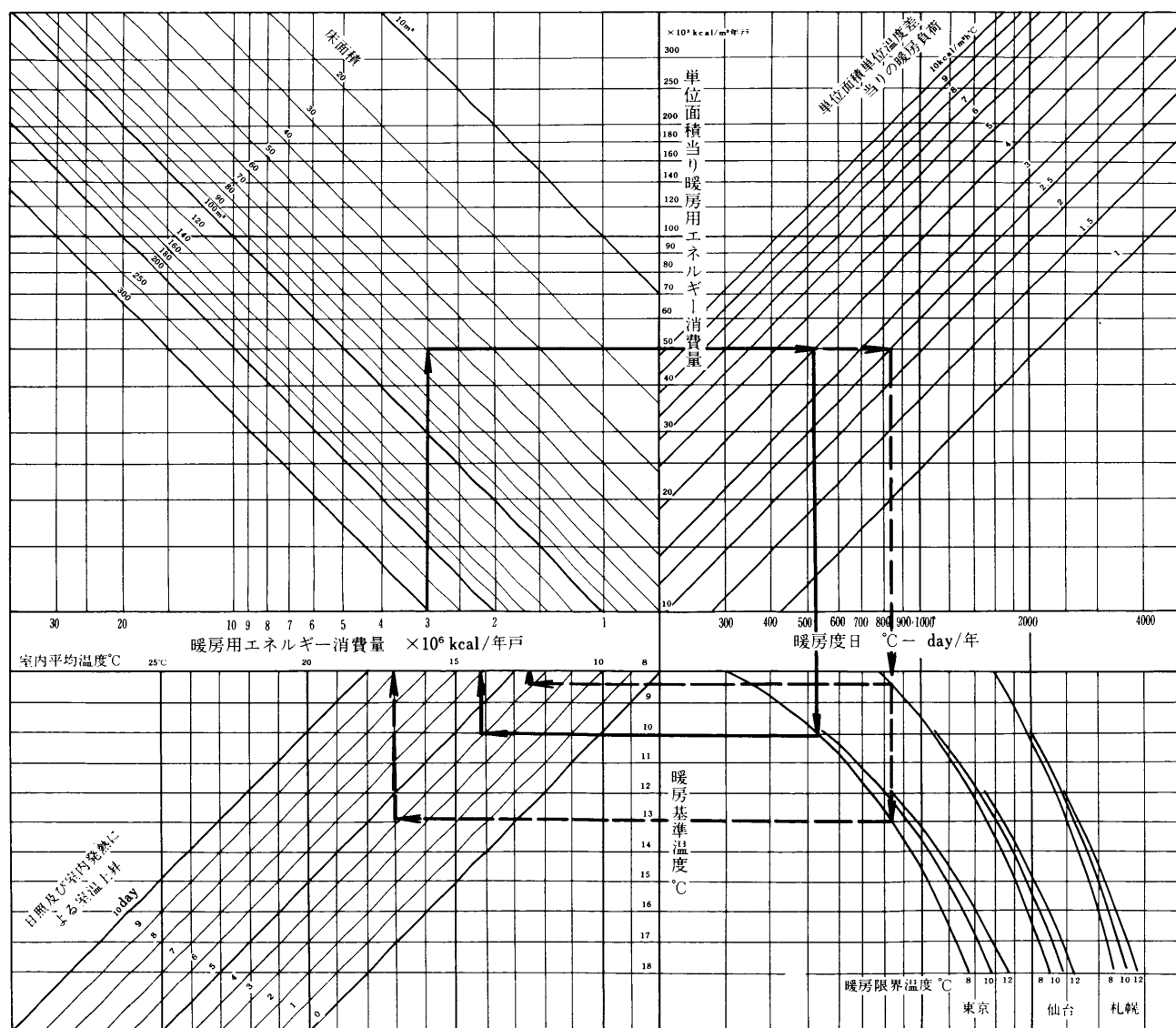


図 4.5 暖房用エネルギー消費量と各因子の関係

床面積60㎡単位暖房負荷4kcal/㎡hの住宅では、東京で暖房限界温度を8℃、日射による室温上昇を4℃とすると暖房用エネルギー消費量 $3 \times 10^6 \text{ kcal/年戸}$ は、室温14.2℃に相当する。同じ住宅でも断熱性、気密性を高めて単位暖房負荷を $2.5 \times 10^6 \text{ kcal/㎡h}$ とすると室温は17℃に上昇する。同じ住宅でも仙台では12.5℃と下がる。

又、住宅の面積、単位暖房負荷が全く同一で場所が仙台の場合には平均室温は12.5℃となる。

ただし、室温は住戸全体の平均値であることに注意する必要がある。

4.1.4 外気温と暖房用エネルギー

暖房用エネルギーは外気温度との関連が深い。前年度の報告では、年間エネルギー消費と標準暖房度日の相関が強いことを示した。

暖房度日と暖房エネルギー消費量の関係を示すと図4.6のようになる。データは少ないが、東京の各住戸は札幌、ワシントン、英国の値に比べて低いこと、札幌、ワシントン、英国の暖房用エネルギー消費量は10~20kcal/年戸にあるが、暖房度日でみればワシントン、ロンドン、札幌の順に大きくなっていることがわかる。

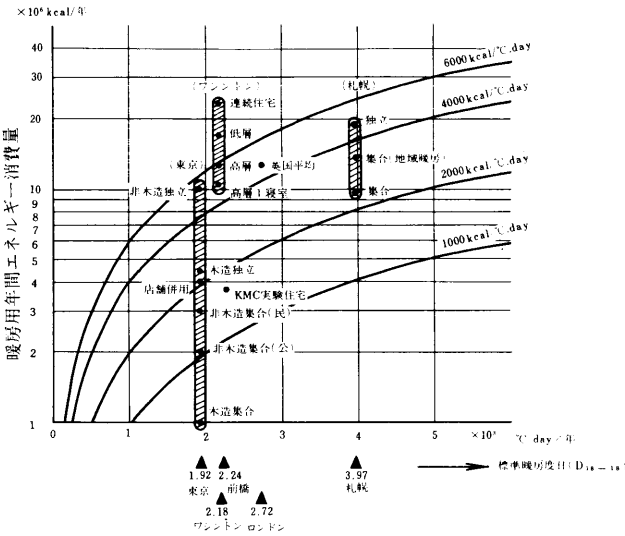


図 4.6 暖房度日と暖房用エネルギー消費量

4.1.5 暖房用エネルギー消費に関する評価

以上の考察から暖房用エネルギー消費レベルに関して評価すれば以下のことがいえる。

冬期の暖かさを室温という点からみれば、北海道及び東北の一部を除いた地域の住宅は、十分暖房されているとはいえない。又、暖房設備は石油ストーブとコタツという方式で、北海道及び東北の一部でポット式の石油ストーブが使用されているが、その他は移動式の石油ストーブであり、設備や灯油の価格が安いことから、安全性、衛生性で問題があるにもかかわらず、大部分の家庭で使用されている。

セントラル暖房設備は除々に普及してはいるが、東京のように、日が当たれば暖かいという気候条件の地域では、2編で述べるように、セントラル暖房が設置されていても使用率は非常に低いという調査結果もあり、セントラル暖房の導入に関しては慎重に検討されねばならない。また、東京におけるシェルターの断熱性能は北海道

に比べて低く、現状のエネルギー消費量でも断熱性能を2倍程度高めれば、室温は3~4℃上昇すると予想される。以上のように平均的な暖房状況は低いレベルにあり、そのような現状を反映している暖房用エネルギー消費レベルは未だ低いといえよう。又、断熱をよくして室温を高めても、現在の平均的な住宅の床面積は非常に狭く、それだけでは総合的な住宅の質的レベルは上がるとはいえない。

4.2 冷房用エネルギー消費に関する分析

冷房設備としてのいわゆるルームクーラーは、ここ数年急激に普及し始めている。3.2で示したように消費者動向調査²¹⁾によれば、人口5万人以上の都市では昭和48年2月の普及率が16.5%、東京都平均が昭和49年2月で14.8%となっているが、建物種別に行った調査では共同非木造民間ですでに40%を越えている。

しかし、冷房用エネルギー消費量は、クーラー等の普及率が未だ低いこと、冷房期間が短いことなどのために、年間に占める割合はわずかである。

ところで、わが国の気候条件からみて、夏の蒸し暑さは実にしのぎにくいわけであるが、住宅における冷房の必要性に関しては、今のところ統一した考え方はない。これは建物の立地条件の違いや、建物条件の違い、入居者の冷房することに対する好き嫌いなど、各種の要素が冷房の要求度に影響を及ぼしているからである。従って、冷房の導入という問題に関しては種々の角度からのチェックが必要である。チェック項目を表4.3に示した。²²⁾

客観的な評価の例として、斉藤、松尾等による高層住宅の居住性に関する実測結果³⁶⁾がある。この実測は、東京の公団住宅を対象とし、棟軸の方位と居住性との関係を明らかにするために昭和44年8月10日~19日に行ったものである。居住性の評価方法として、この報告ではCET(修正有効温度)を用いており、実測結果を基に1時間毎のCETを集計して、住戸別に示すと、図4.7のようになる。図中の曲線はASHRAE 快感曲線より取った暑さを感じる人の割合を示すグラフである。この図より報告書では「すべての住戸において最多頻度はほとんど全員が不快となる25°CET以上であり、この事実はわが国の夏の気候の特性から由来するもので、冷房を行わない限り、いかんともなし難いことである。」と評価し、冷房の必要性を主張している。

又、居住者からみた冷房の要求度については、将来の冷房志向という形で文献²⁰⁾にまとめられている。それによれば地域によって、冷房に対する志向はかなり異っており、札幌、秋田、長野の3地域では50%以上かそれに近い人たちが扇風機だけで十分だとしているのに対し、金沢では30%、大阪にいたっては10%弱が扇風機による冷房だけで十分としているに過ぎない。又、エアコンにつ

いては大阪では80%以上、金沢では60%以上が何らかのタイプのものを希望している。

又、東京及びその周辺の公団を対象にした調査²²⁾では、購入希望の設備としてまずあげられているのがクーラーで、何らかの設備の購入を希望した住戸58%の中で32%すなわち全体の約19%の住戸がクーラーを希望している。

以上、冷房用エネルギー消費と居住環境を結びつけるまでには到らなかったが、エネルギー消費レベルの評価という観点から、今後冷房設備を導入していく際に考えるべき問題点について、実例を示しながら述べた。

表 4.3 冷房設備の導入に関する検討事項

検討項目	項目の細分類	検討内容	アンケート調査結果、既存の文献より明らかになった実態(要求不満、評価など)	冷房導入についての指針
①気候条件	1 温度 2 湿度 3 日照, 日射 4 風向, 風速	- 日本の夏の高温多湿の気候条件 - コンクリートアパートの室内気候 - 都市気候の変化	郊外の通風条件の良い団地では、クーラーの使用率は4%	日本の蒸し暑さを考えれば、通風の条件が良くない場合は、冷房導入を考えるべきである。(必要性C)
②周辺環境	5 大気汚染 6 臭気 7 騒音	- 汚染の度合と窓の開閉 - 臭気の度合と窓の開閉 - 騒音レベルと窓の開閉	- 環境の悪化しているところでは使用率が高くなる。40% 「自然環境の悪化を人工的な手段で補うこと」に対して、好ましい: 18%, やむを得ない: 46%, 好ましくない: 16%	周辺環境の悪化が著しく、窓が開放できない場所では冷房を導入すべきである。(必要性A)
③住棟, 住戸条件	8 棟方位 9 棟形式 10 ブロックプラン 11 住戸主要面方位	- 棟方位, 棟形式と通風日射の条件 - 主要面方位と通風, 日射条件	- 南面よりも、東西面の方がクーラー使用率は高くなる。 - 東面と西面では、使用時間帯が異なる。 - 西日があたって暑い。 - 東西面住戸は、南面住戸に比較して、日平均で0.8~1.3℃高い。	中廊下タイプの住棟は、日射通風の条件が良くないので、片廊下タイプよりも積極的に導入を考える。(必要性B)
④入居者特性	12 家族構成 13 年齢 14 職業	- 暑さに対する抵抗力 - 生活時間と室内温度変化	冷房時間, 冷房期間は、老人世帯では短い。	老人向の団地では、通風を積極的に考える又は冷房を導入する。
⑤人体への影響	15 冷房病	- 温度変化と人体の適応 - 長時間使用による人体への影響	- 人工的な冷房は苦痛 - 冷房は身体に悪い	- 良質の冷房を行う必要がある。 - 幼児への影響を考慮する。
⑥入居者の要求度		要求度の内容	24時間冷房を望む。 - ウィンドクーラーを希望している住戸は32%で他の器具に比べて最高	冷房に対する要求は高くなってきていると考えてよい。特に所得が増すとこの傾向は強い。

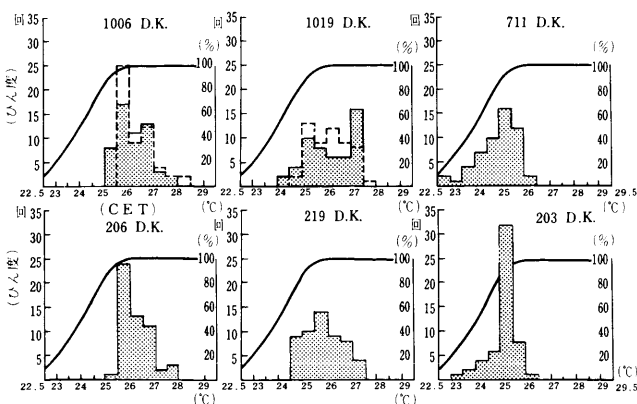


図 4.7 東京の集合住宅における各住戸のCET頻度比較³⁶⁾
(実線はDK中央, 破線は6層中央を示す)
(昭和43年8月17日2時~8月19日6時までの1時間毎のCET集計結果)

4.3 給湯用エネルギー消費に関する分析

給湯設備としては、風呂及び瞬間湯沸器が現在一般的である。普及率は3章で述べたように、風呂に関しては東京の場合、共同木造の20%を除けばかなりの住戸で備えられており、瞬間湯沸器についても、ここ数年のびが大きく平均で70%ぐらいに達している。従って標準的な家庭には、風呂と台所の湯沸器が備わっていると考えてよい。

現在の給湯用エネルギー消費のレベルは表 3.6 に示したように、これらの設備の普及が100%に達していないから、100%を望ましい状態と考えれば、まだレベルは低いと言える。

今後の方向としては、実態調査で明らかなように、洗面給湯に対する入居者の要求が強いことや、セントラル暖房設備に対する満足度が高いこと(2編で述べる),

又、現在は浴室と台所にボイラーが2つあるので安全性の面で問題があること、湯沸器がほとんど開放式で安全・衛生の面で問題があることなどから、給湯のセントラル化は非常に望ましいと考えられる。

その場合、浴室、台所への給湯量が現在とかわらないとすれば、例えば非木造民間集合住宅ではセントラル化による給湯用エネルギー消費の増加分は約 $1.3 \times 10^8 \text{kcal}$ ／年戸であり、風呂、湯沸器が備わっている標準的な家庭では給湯消費量がそれほど増えるということはない。

5章 住宅における省エネルギーの考え方とその方法

エネルギー消費の内容と居住環境との関連について、以上みてきたことから、住宅における省エネルギーに対しては、次のように考える必要がある。

- ① 居住環境レベルは、現在平均的にみて低い状態にあるから、これを適正な位置にまで高めなければならない。そのために、居住環境基準の設定が急務である。又、低い環境水準を向上させるために必要なエネルギー消費量の増加分については、シビルミニマムという観点から、これを援助するような措置が必要である。
- ② 暖房冷房設備は今後とも普及すると予想され、それに伴って、エネルギー消費は急激に増加するから、これらの住宅については、断熱性、気密性を十分高めるなどの省エネルギー対策を行っていかなければならない。断熱性、気密性を高めることは、単に省エネルギーだけでなく、上下温度差の減少、壁温の上昇といった快適性の向上にも結びつくから、大切な方向である。
- ③ 居住環境レベルが平均的には低いとはいえ、一方で設備レベルの高い住宅も存在し、又新築されている訳であるから、それらの住宅に対しては、既に米国などで公にされている各種の省エネルギー対策を実施していくべきである。又、設備レベルに対して適正なエネルギー消費を超過する分については、逓増料金制度のような行政的措置を講じる必要がある。
- ④ 見落してはならない大切な問題に、低い環境にあって、省エネルギーの施されていない大量のストックをどうするかということがある。これらの住宅においても今後、暖房冷房設備が普及していくと予想されるが、省エネルギーを施すのは、新築住宅に行なうよりは困難である。従って、そのための技術開発が望まれる。ただ、これらの住宅においても、浪費に近い形で消費されている部分もあるから、環境を現状より低下させることなく、生活

様式を改善することによって、その部分を節約することは可能であろう。

以上のような考え方に立つて、住宅における省エネルギーの方法の具体例をまとめれば表5.1のようになる。

シェルターに関しては、暖冷房負荷を減らす方法として、ブラインド、カーテンを設置するといった簡単な方法から、断熱材を施す、窓面積を減少させるというような手間のかかる方法まで、種々考えられる。

設備については、器具の掃除、修理修繕などが簡単にこなせる省エネルギーの方法である。又、新築の住宅に対しては、省エネルギーシステムの採用といった高度な方法や、ダクトの気密性を高めるといった施工技術上の省エネルギーの方法もある。

住い方に関しては、不必要な照明電気器具を停止する、或いは、入浴回数を減らしてシャワーに切り換えるといった生活技術上の方法が考えられる。

屋内環境に関連することとしては、暖房時の設定温度を下げる、換気量を必要最小限に押えるという方法が設備レベルの高い住宅に対しては考えられよう。

いずれにしても、現在の日本の住宅用エネルギー消費水準、居住環境水準は低いから、これらを向上させることが、まず第一である。又、省エネルギーは環境全体と関連づけて総合的に捉えなければならない。逆にいえば、居住環境の向上は省エネルギーとセットに行われるべきものである。

6章 結 論

① エネルギー消費レベルの分析を行なうために、東京の住宅を、非木造独立住宅、木造独立住宅、木造集合住宅、非木造集合住宅（民営）、非木造集合住宅（公営）店舗併用住宅の6種類に分類すると、木造独立住宅と木造集合住宅の占める割合が、それぞれ30.6%、37.0%と大きく両方で全体の約7割に達する。住宅の延床面積は、平均77.09㎡であるが、非木造集合住宅（公営）は約30㎡、木造集合住宅は約24㎡と非常に低い。木造集合住宅は設備的にもレベルが低く、例えば浴室の設置率は20%程度である。

② 地域別、住宅種別の暖冷房給湯設備の実態に関しては、以下のことがいえる。

- ・暖房設備に関しては、地域的にみると北海道及び東北の一部ではポット式石油ストーブが使用され、その他の地域では移動式の石油ストーブと電気ごたつが基本的パターンである。但し、長野など気候条件が厳しい

表 5.1 住宅における省エネルギー方法の具体例

	① 既存の住宅で環境レベルを落とすことなく、簡単にできる省エネルギー（費用、手間のかからない方法）	② 設備レベルの高い住宅でできる省エネルギー（費用、手間のかからない方法）	③ 改造によってできる省エネルギー（費用、手間のかかる方法）	④ 新築の住居に対してできる省エネルギー
シェルダー	暖房負荷の低減 屋外側に日除けの設置 ブラインド、カーテンの設置・隙間のシールによる気密性の向上	暖房負荷の低減 屋外側に日除けの設置 ブラインド、カーテンの設置 隙間のシールによる気密性の向上	- 暖房負荷の低減 外壁、屋根、床に断熱材の設置 気密性の高いサッシへの変更 外装色を明るくし日射の吸収率を下げる - 自然光の有効利用による方法 室内壁面を明るくする	- 暖房負荷の最小化設計 断熱材の使用 窓面積の縮小 気密性の高いサッシの採用 外部環境を考慮した配置計画 単純な形状による表面積の縮小 - 自然光の有効利用による方法
設備	- 効率よく運転するための維持管理 フィルター清掃 ストロブの反射板の清掃 - 劣化した器具の修繕更新 蛇口の漏れの修理 冷媒ガス漏洩のチェック	効率よく運転するための維持管理 フィルター熱交換器の維持 劣化した器具の修繕更新 同 左	効率の良い機器への変更	- 省エネルギーシステムの採用 ヒートリカバリーシステムの採用 - 精度の高い施工技術による漏洩の防止 ダクトの気密性の向上 配管類からの漏洩防止
住まい方	生活技術の改善による方法 unnecessary 照明、電気器具の停止 入浴回数を減らしてシャワーに切りかえる 湯沸器は一日盛下げて使用する 瞬間湯沸器でのパイロットバーナーのこまめな点滅	生活技術の改善による方法 同 左		
屋内環境	室内環境グレードの変更による方法 廊下、階段の照度を落とす 常夜灯をパイロットランプにかえる	室内環境グレードの変更による方法 暖房時における室内設定温度を下げる 冷房時における室内設定温度を上げる	照明方法の変更による省エネルギー 全般照明を局所照明とする	環境グレードの変更による方法 過大な換気量を減らす 照明方法の適正化 局所照明の採用

地域でも、移動式の石油ストーブで間にあわせているところもある。住宅の種類別でみると、東京の場合は基本的には石油ストーブと電気ごたつであるが、木造集合住宅、店舗併用住宅では石油ストーブの使用率が低く、店舗併用住宅ではセントラル暖房の使用率が比較的高いというような特徴はみられる。

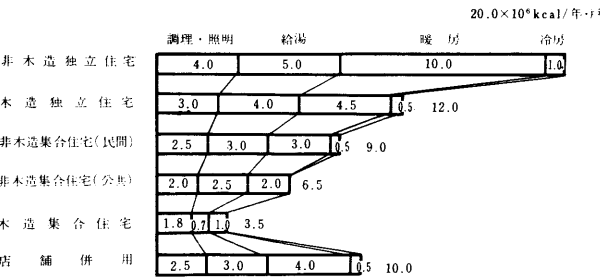
又、現在使用している器具の満足度については、例えば、東京の公団住宅では「十分満足」と「まあ満足」が60%以上を占める。地域別にみても現在の暖房に対する満足度は比較的高い。

- 冷房設備に関しては、クーラーの使用率は地域差が大きく、北海道、東北では5%以下、東京、中部、四国は15～25%である。住宅種別でみると、木造集合住宅における使用率が低いこと、店舗併用住宅ではセントラル冷房の使用率が高いことが特徴としてあげられる。

但し、同じ公団住宅でも外部環境条件の影響や契約アンペア数の制約を受けて団地による差が明瞭に現われている。

- 給湯設備として、ガス湯沸器の使用率は、北海道、東北の一部で40%以下、その他の地区では約70%以上である。住宅種別では東京平均74%に対し、木造集合住宅が30%と低い。ガス湯沸器の満足率については、例えば東京の公団住宅を対象とした調査では55%である。

③ 東京における住宅種別エネルギー消費量は以下のように推定される。



④ 冬期の室温については以下のことがいえる。

- 石油ストーブ使用の住宅では、札幌が16～24℃の間で比較的高温に保たれているが、その他の地区（仙台、東京、長野、名古屋など）では7～22℃の間にあり、外気温の低下に伴って室温が低下する。
- セントラル暖房設置の住宅では、札幌が充分暖められているのに対し、熊谷のKMC実験住宅では、セントラル暖房の使用率が少なく、室温は住戸によるばらつきがあり13～21℃となっている。

⑤ シェルターの熱特性を単位面積、単位温度差当りの暖房負荷という値で推定すれば、東京がおよそ5～7 kcal/m²h℃、札幌が2～4 kcal/m²h℃である。実測結果からも、このくらいのオーダが妥当であるといえる。

⑥ 日射や室内発熱によって、冬期の室温は東京の場合

3～6℃上昇しているものと予想される。

⑦ 暖房用エネルギー消費レベルは、暖房設備、室温、シェルターの熱特性などの実態から評価すれば、東京の場合は、まだまだ低いところにあるといわざるを得ない。

又、断熱性能、気密性能を高めて、札幌並の単位暖房負荷にすると、非木造集合住宅では、室温が4℃程度上昇すると予想される。

⑧ 冷房用エネルギー消費量は、クーラー等の普及率が低いので、現在のところ年間エネルギーに占める割合は少ない。今後、都市の過密居住地域を中心に普及率は大幅に伸びると予想されるが、冷房設備の導入に関しては十分なアセスメントが必要である。

⑨ 給湯設備は風呂用の給湯器と台所の瞬間湯沸器が一般的な所有パターンであるが、安全性、衛生性、快適性から考えて、洗面への給湯も含めたセントラル化が望ましい。セントラル化しても、風呂給湯器と台所の瞬間湯沸器が設置されている住宅に比べれば、それ程増加することはない。

⑩ 住宅の省エネルギー問題に関しては次のようにいえる。現在の日本の住宅用エネルギー消費水準、居住環境水準は低いから、これを向上させることが、まず第1である。又、省エネルギーは環境全体と関連づけて総合的に捉えなければならない。逆にいえば居住環境の向上は、省エネルギーとセットにして行われるべきものである。

2編 集合住宅における設備実態と入居者の設備評価 — エネルギー消費の観点から —

1章 KMC実験住宅における居住環境の追跡調査とエネルギー消費実態

1.1 調査目的

各戸セントラル給湯暖冷房設備を施したKMC実験住宅において入居以後3年の間に、住い方や考え方がどのように変化したか、又、それらとエネルギー消費量がどのように対応しているかを明らかにし、実験住宅の設備及びシェルターの性能を評価することが本章の目的である。

1.2 調査概要

前年度の報告³⁰⁾では、入居1年後の冬期に行った暖房実験及びアンケート調査と2年間にわたるエネルギー消費量の測定結果について述べた。今年度は入居後3年目の冬期に行った居住実態に関するアンケート調査の結

果と3年目のエネルギー消費量の測定結果について、入居後の住い方の変化という点に着目して報告する。

アンケート調査の内容は、暖房設備に関しては、各戸セントラル暖房の使用状況、快適性、入居以後の使い方の変化、他の暖房器具の使用状況、選定理由、満足度、冷房設備、給湯設備に関しては使用状況、満足度、換気設備に関しては使用上の問題点等である。

エネルギー消費量に関しては、各月毎の電気、ガス使用量、精密測定住戸については、用途別の使用量について測定を行った。ただし今回は、石油ストーブの使用が1年後の調査で多いことがわかったので、灯油の使用量について各月毎の値を入居者に記入してもらった。

調査対象住戸は、退去した住戸、入れ替った住戸などを除いた13戸である。住戸番号と家族人数を図1.1に示す。なお、KMC 実験住宅の建物概要、設備概要については、前年度の報告で述べたので省略する。

401 3人→退去	402 2人→退去	403 2人→不明	404 4人→4人	405※ 4人→不明	406※ 2人→退去
301 4人→5人	302 3人→4人	303 3人→4人	304 3人→退去	305 3人→4人	306 3人→4人
201 3人→4人	202 3人→5人	203 3人→4人	204 3人→退去	205※ 3人→4人	206※ 4人→5人
101 4人→変更 人居者	102 3人→退去	103 モデルルーム	104 実験基地	105※ 3人→4人	106※ 4人→5人

図1.1 住戸番号と家族人数

- ・家族人数は昭和47.3と昭和50.2の数値
- ・※印は精密測定住戸

1.3 エネルギー消費実態

1.3.1 月別エネルギー消費量

昭和47年度及び49年度について、電気、ガス、灯油の各消費量を熱量換算し加算して求めた月別エネルギー消費量のパターンを図1.2に示す。(昨年度の報告では、昭和47年度と48年度を比較したが、48年度については灯油消費量が不明であったので、全エネルギー消費量の増減を検討することはできなかった。)

実験住宅には各戸セントラル暖房設備が施されているが、入居者によっては、石油ストーブ、電気ごたつを併用しており、石油ストーブ使用の住戸は、昭和47年度が21戸中5戸(24%)であったが、49年度では13戸中8戸(62%)に増加している。図1.2のパターンは47年度が石油ストーブ併用の住戸及び不在がちの住戸を除いた15戸、49年度がアンケート調査を行った13戸についてのものである。消費量のパターンは冬期の暖房使用時に明瞭なピークが現われるが、その時期に各戸のばらつきも大きくなる。又、夏期の冷房使用時にも多少増加している。

両年度を比べると、49年度のピークが47年度に比べて落ちている以外は、ほとんど変わらない。

月平均外気温とエネルギー消費量の関係を求めると図1.3のようになる。両者の関係は明瞭に現われており、平均気温20℃を中心として、外気温が上昇しても下降しても冷房、暖房の使用により、エネルギー消費量が増加していることがわかる。但し、49年度の方は同じ外気温に対して、冬期がやや減少、夏期がやや増加の傾向を示している。冬期は、暖房使用の状況が変化したことがその一因である。この点については後述する。

次に精密測定住戸のうち4住戸に関して、用途別のパターンを3年間に亘って平均値で示したのが図1.4である。暖房給湯用のエネルギー消費量がかなりの部分を占め、季節によって変動しているのに対し、厨房用ガス、照明コンセント用電気及び設備ユニット用電気は占める割合は少ないが、年間を通してほとんど変化しないことが読みとれる。

1.3.2 年間エネルギー消費量

各住戸における昭和49年度の年間エネルギー消費量は7～10×10⁶ kcal/年戸である。平均値は8.8×10⁶ kcal/年戸であり、47年度の15戸平均値9.6×10⁶ kcal/年戸に比べて8.3%の減少である。又、精密測定住戸2戸について昭和47、49年度を比較して用途別構成比を示すと図1.5のようになる。図によれば給湯暖房用が全体の70～80%を占めているが、両住戸とも49年度は、暖房用のエネルギー消費量が半分近くに減少している。これは、2住戸とも47年度はセントラル暖房を使用していたが、49年度には石油ストーブに切り替えているためである。又、このことは、逆に考えると、暖房設備のレベルが上がることで暖房用エネルギー消費量が増加することを示している。しかし、常にそうであるとは限らず、例えば49年度について石油ストーブを使用している住戸(9戸)と使用していない住戸(5戸)を比較すると、暖房用だけの比較ではないが、年間エネルギー消費量は前者が9.0×10⁶ kcal/年戸、後者が8.6×10⁶ kcal/年戸で石油ストーブを使用している住戸の方が多。つまり、設備の使い方も考慮に入れなければ使用している設備だけの比較からエネルギー消費の多少を判断することは問題があるといえよう。

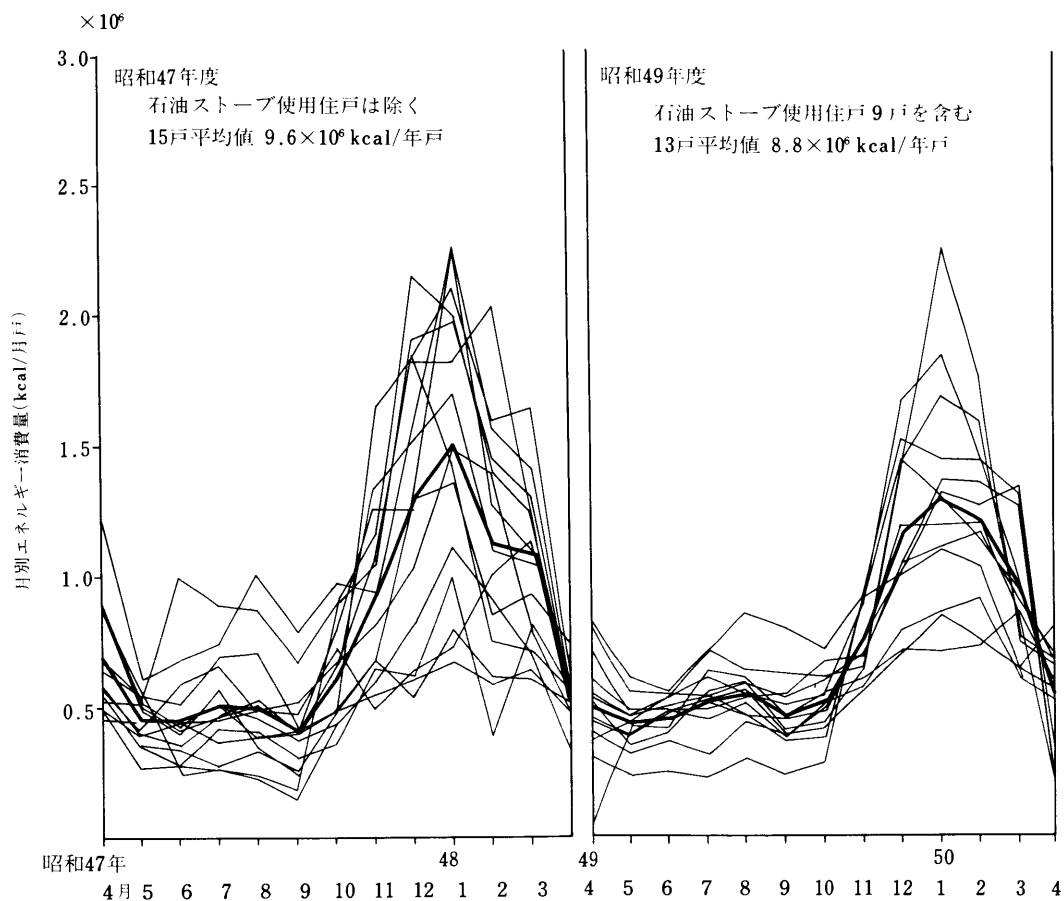


図 1.2 住戸別月間エネルギー消費量の変化 (太線は平均値)

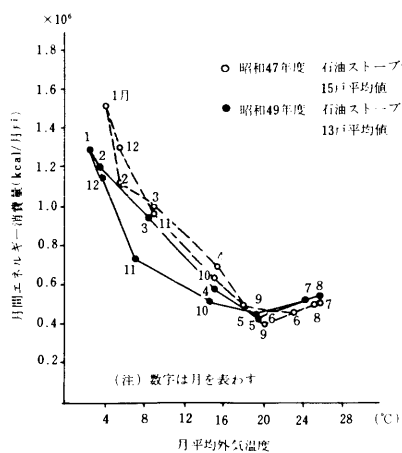


図 1.3 月平均外気温度と月間エネルギー消費量
20℃を境に外気温が高くても低くてもエネルギー消費量は増加する。

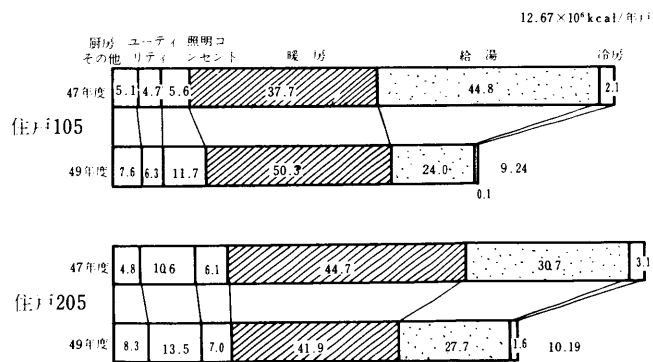


図 1.5 用途別エネルギー消費構成

両住戸とも昭和47年度はセントラル暖房使用、
昭和49年度は石油ストーブのみ使用

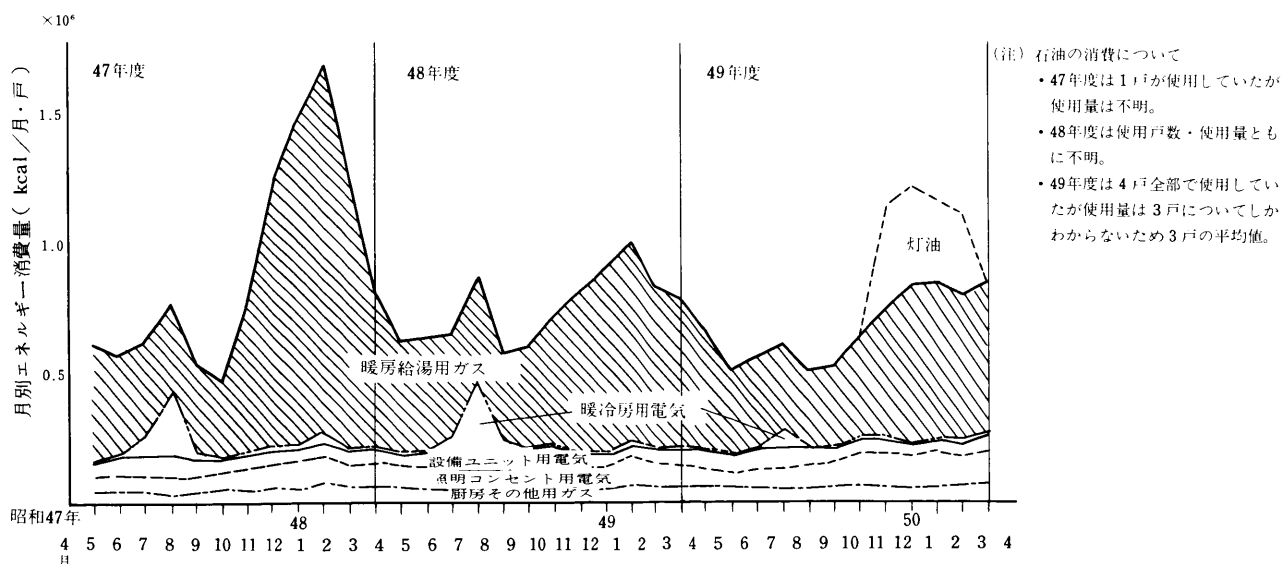


図 1.4 精密測定住戸における用途別エネルギー消費量の月別変化（4 住戸の平均）

1.4 アンケート調査結果

1.4.1 暖房設備について

(1) 暖房設備の使用状況

昭和47年度、49年度における各住戸の暖房設備の使用状況をまとめて示せば、表 1.1 の通りになる。これによれば、セントラル暖房の使用は入居以後次第に減少し、それに代って石油ストーブと電気ごたつの使用が増え、従来の使用形態に逆もどりしている傾向が明らかである。

(2) セントラル温風暖房に対する評価

セントラル暖房の使用は入居以後少なくなっているが、快適性などについてどのように評価しているかをみると、まず、上下温度分布に対しては、回答数9戸のうち、「大きくて不快」2戸、「やや不快」5戸であり、乾燥に対しては「乾燥しすぎて不快」3戸、「やや不快」2戸となっている。この上下温度分布が大きいことと乾燥のしすぎに対しては入居後のアンケート調査で常に指摘されている問題である。ただし、上下温度分布については、非居住時の暖房実験で明らかになったように全住戸が連続して暖房を行えばかなり解消できるし、サーキュレータを適切な位置に設置すればある程度温度分布は良くなる。KMC 実験住宅でサーキュレータが設置されているのは6戸であるが、その中でサーキュレータの効果が「非常にある」と答えた住戸が1戸だけだがみられる。従って温風暖房であっても、上下温度分布が大きいという欠点は、決して回避できない問題ではない。

次に、入居以前の暖房設備（石油ストーブ）と比較して、セントラル暖房をどう評価しているかについてみると、安全性、衛生性、簡便性に対する評価は高いが、いずれの住戸も「燃料費が高い」という経済性の面での評価が低い。

又、関東地方の集合住宅で、セントラル暖房は必要かという質問に対しては、回答数13戸のうち「是非必要」が1戸、「あった方がよい」7戸、「何ともいえない」1戸、「あまり必要ない」3戸、無回答1という結果であり、肯定的な意見が比較的強い。賛成意見の理由としては快適性、簡便性、活動的であることを挙げており、否定的な意見の理由としては「ぜいたく」、「日当たりが良いから必要ない」ことを指摘している。

総合的な満足度については「非常に満足」1、「まあ満足」5、「どちらともいえない」6、「やや不満」1という結果であり意見がわかれている。

(3) セントラル暖房以外の暖房設備の使用状況

表 1.1 で示したように、入居3年後の冬期では石油ストーブの使用が62%、電気ごたつが85%となっている。

石油ストーブは経済性の点で、電気ごたつは「足元が冷える」「くつろげる」といった理由で選択されている。それらは両方とも居間で使用されており、使用時間は石油ストーブが「早朝」と「夕方から夜」に限られているのに対し、電気ごたつは「睡眠中」を除いてほとんど一日中使用されているが、やはり「早朝」と「夕方から夜」での使用率が高い。又、満足率については石油ストーブに対して「まあ満足」が75%、電気ごたつに対しては「十分満足」「まあ満足」をあわせると80%に達する。

これらの傾向は、公団住宅を対象とした設備の調査結果²²⁾とほぼ同様である。

表 1.1 暖房使用実態の変化

	昭和47年度 入居1年後 (21 戸)	昭和49年度 入居3年後 (13 戸)
セントラル暖房設備の 平均使用時間	4.2 時間	2.3 時間
セントラル暖房を殆んど 使用しない住戸の数	0	5 戸(39%)
石油ストーブ 使用の住戸数	5 戸(24%)	8 戸(62%)
電気こたつ 使用の住戸数	14 戸(67%)	11 戸(85%)

1.4.2 冷房設備について

セントラル冷房設備は、ほとんどの住戸で使用されており、使用時間は48年度が7月29日～8月4日の7日間平均で4.9時間(書き込み調査)、49年度は8月平均で4.5時間(8月平均でいくらかという質問)である。8月の電力消費量から3年間の使用状況を見ると、47、48、49年度それぞれ、211、321、201 kWh/日戸であり、48年度が多くなっている。一方外気温をみると、月平均でそれぞれ25.5℃、27.1℃、24.3℃であり、48年度は特に暑かったことがわかる。従って、冷房設備の使用に関しては、住い方として入居以後大きな変化はないといえる。

ただし、入居者によって使用頻度が著しく異なり、48年度では全く使用しなかった住戸もあれば、1日平均12時間使用している住戸もみられる。

セントラル冷房設備の能力は、もともと居間を冷やすだけの設計能力しか持っていないが、冷房の効果に対しては「十分足りた」又は「まあ足りた」と答えた住戸は62%に達している。ただし、全く効果がないので使用しないという住戸、効果がなかったが冷媒を少し抜いてもらったら効くようになったという住戸もみられ、性能のばらつきがあることが推定される。又、「今までの体験をふまえて、一般的に関東地方の集合住宅で冷房設備は必要と思うか」という問に対して、

「是非必要」	1 戸	(7.7 %)
「あった方がよい」	10	(77.7 %)
「何とも言えない」	1	(7.7 %)
「あまり必要ない」	1	(7.7 %)
「全く必要ない」	0	(0 %)

という答えであり、必要性を感じている住戸がほとんどである。又、扇風機の使用住戸は13戸中12戸であり、セントラル冷房設備があっても併用されている。

1.4.3 給湯設備について

給湯設備の細かな性能に関するアンケート調査は、入居直後に行っているもので、今回は主として総合的な満足度、意識の変化について調査した。以下にその結果を述

べる。

① 入浴回数は、夏期は毎日入浴する住戸が13戸中12戸である。冬期は1日1回が6戸、2日に1回が6戸となっている。これらの結果は入浴回数についての調査結果⁴⁵⁾と比べると東京郊外の場合、冬は0.75回となっており、ほぼ一致する。

② 給湯方式は、いわゆる追い焚きができない方式であるが、入居当時と現在で不便を感じたかどうかの問に対して、

入居当時－不便を感じた：4戸、感じなかった：9戸
現在－不便を感じた：4戸、感じなかった：9戸
であり、全体的には、感じ方は全く変わっていない。

各住戸別にみても大きな変化はなかった。又、入居当時と現在で、給湯設備の使い方に変化があったかという質問に対して「なし」と答えた住戸が13戸中11戸で、使い方に関しても、ほとんど変化はないといえる。

③ 給湯設備に対する問題点としては、

湯の量が不足	3 戸
温度調節ができない	2 戸
燃費が高い	1 戸

が指摘されている。

④ 満足度については、「非常に満足」1戸、「まあ満足」12戸で、回答者全員が満足している。又、セントラル給湯設備の必要性に対しても、「是非必要」3戸、「あった方がよい」9戸、「どちらとも言えない」1戸であり、ほぼ全員が必要性を感じているといえる。

以上、給湯設備に関しては、入居以後その使い方に変化はみられず、又、湯量の不足、温度調整のむずかしさを訴えながらも、回答者全員が一応満足しており、セントラル給湯設備の必要性も感じているといえる。

1.4.4 換気設備について

換気設備についてのアンケートは、以前から問題点が多く指摘されていた台所の換気を中心に行った。システムは、共用の垂直ダクトを使用し、各戸と屋上にファンが設置されているものである。まず、換気効果に対して、「十分でないときがある」と答えた住戸が回答数8戸のうち冬期5戸、夏期4戸と約半数である。換気の問題点として指摘されているのは以下の点である。(13戸)

「煙がなかなか出ていかない」	3 戸
「臭いがぬけない」	2 戸
「換気扇の音がやかましい」	4 戸
「換気扇がよごれてしまう」	5 戸
「換気扇の掃除がしにくい」	2 戸

換気設備の満足率に対しては、

「まあ満足」	4 戸
「どちらとも言えない」	3 戸
「やや不満」	1 戸

「全く不満」
という状況である。

1 戸

公団住宅を対象にした調査でも、換気設備に対しては、多岐にわたって問題点が指摘されており、特に騒音、汚れ、換気効果の低さに関して指摘率が高かった。

1.5 結 論

- ① 昭和49年度の年間エネルギー消費量の平均値は、 $8.8 \times 10^6 \text{ kcal/年戸}$ であり、昭和47年度の $9.6 \times 10^6 \text{ kcal/年戸}$ に比べて 8.3 % の減少である。但し、昭和49年度は石油ストーブ使用の住戸が62%含まれている。
- ② 暖房給湯用のエネルギー消費量は、全体の70～80%を占め、季節によって変動しているのに対し、厨房用ガス、照明コンセント用電気及び設備ユニット用電気は、20～30%で年間を通してほとんど変化しない。
- ③ 暖房の使用実態をみると、入居以後、セントラル暖房の使用が減少し、それに代って石油ストーブと電気ごたつの使用が増加している。石油ストーブは経済性の点で、電気ごたつは「足が冷える」「くつろげる」といった理由で使用されている。
- ④ セントラル暖房の快適性に関しては、入居後3年目においてもやはり上下温度分布が大きいこと、乾燥のしすぎが指摘されている。又、安全性、衛生性、簡便性に対する評価は高いが、経済性の面で評価が低い。

- ⑤ 冷房設備の使用に関しては、住戸によるばらつきが非常に大きい。平均的にみると使用状況は入居以後ほとんど変化していない。又、冷房設備は「あった方がよい」と答えた住戸が78%に達する。

2 章 集合住宅における設備システムの相違と入居者意識についての調査

2.1 調査目的と調査概要

本章の目的は、集合住宅における設備システムの相違が入居者の意識にどのように反映され、各設備システムがどのように評価されているか、又、住い方にどのような差があるのかを明らかにすることである。

ここでは、給湯暖房システムとして、住棟セントラル方式、各戸セントラル方式、個別方式の3種類の異なった設備がそれぞれ設置されている集合住宅を対象にして、アンケート調査を行った。但し、各戸セントラル方式が設置されているのはKMC実験住宅であり、すでに結果は前章で述べてある。

調査対象は、KMC実験住宅及びそれと同じ団地内に建設されている5号棟（住棟セントラル方式）及び4号棟、6号棟（個別方式）の4棟である。団地は某電気会社の社宅であるので入居者の社会的なレベルは非常に近いといえる。標本数と設備の概要、室構成を表2.1に示す。調査は昭和50年3月に行った。

表 2.1 各住棟別の設備状況、室構成及び調査対象数

	設 備 概 要				室 構 成	標本数/ 住戸数
	給 湯	暖 房	冷 房	換 気		
KMC実験住宅	各戸セントラル方式			台所 浴室 便所	2LDK	13 / 15
5 号 棟	住棟セントラル方式 (浴室, 台所, 洗面) (所に給湯栓あり)	DKを除く各室 (に放熱器あり)	な し	台所 便所	3DK	27 / 69
4 号 棟	BF式風呂用給湯器 + 台所に瞬間湯沸器	個別方式 (石油ストーブ) (電気ごたつなど)	な し	台所 浴室 便所	2DK	18 / 31
6 号 棟					3DK	16 / 55

2.2 アンケート調査結果

2.2.1 暖房設備について

(i) セントラル暖房設備に対する評価及び問題点

5号棟の住棟セントラル方式は、重油ボイラーで熱した温水を各戸に循環させて、各室に備えられた床置き式のファンコイルユニットより放熱する方式である。このシステムとKMC実験住宅の各戸セントラル温風暖房方式に対する入居者の評価について以下に述べる。

(i) 暖房時の快適性（図2.1）

上下温度分布に関してKMC実験住宅では、「大きく不快」「やや不快」が合わせて50%を越えているが、5号棟では、11.1%と非常に少ない。これはKMC実験住宅で行った暖房実験からも推定されるように、住棟セントラル方式では暖房時間中は、全館が暖房され、各戸間での熱の移動が少ないために、住戸内で温度分布が大きくなりからであろう。

室内の乾燥に対しては5号棟ではほとんどの住戸が感じており、30%が「乾燥しすぎて不快」と答えている。KMC実験住宅の場合は、暖房時間が短いこともあって5号棟ほど指摘率は高くない。乾燥しすぎないための工夫としては、5号棟ではぬれた布をかける（7戸）、加湿器を設置（3戸）、水の入った器を置く（3戸）など、54%の住戸で行っている。

(ii) 暖房使用上の問題点

5号棟のセントラル暖房に対する問題点としては、図2.2に示したように、ファンの音が大きい（48.1%）、運転時間の制約がある（29.6%）、朝暖房の運転してから暖まるまでの時間が長い（29.6%）、燃費が高い（25.9%）などの指摘率が高い。

KMC実験住宅では、同じ質問はしていないが、燃料がガスのためほとんどの住戸で燃費が高いことが問題点として指摘されている。また、暖房の立ち上がりに対しては72.2%の住戸でほとんど満足している。

(iii) セントラル暖房の必要性及び満足度

セントラル暖房の必要性についての評価は（図2.3）両住棟で異なり、5号棟の方は「是非必要」と答えた住戸が40.7%に達し、「必要ない」は0で、必要性を痛切に感じているが、KMC実験住宅では「是非必要」が13戸中1戸、「必要ない」が3戸みられ、必要性に対して消極的である。これは、その理由として答えてもらった内容からもわかるように、KMC実験住宅では、経済的な条件がかなり影響しているものと思われる。又、上下温度分布が大きいことや、各戸で運転しなければならないことなどとも関連していると予想される。

満足度の点でも5号棟の方が評価が高く、この調査報告からみた限りでは、住棟セントラル方式の方が総合的に高く評価されているといえる。

(2) 個別暖房設備の使用状況と評価

5号棟では、KMC実験住宅と同様、石油ストーブと電気ごたつが多く使用されている（図2.4）が、石油ストーブの使用率は33.3%でKMC実験住宅の61.5%に比較して少ない。石油ストーブは放熱器のないD.Kで早朝と夕方夜に使用され、電気ごたつは居間で主に夕方～夜に使用されている。電気ごたつを使用しているのはKMC実験住宅の場合と同様「くつろげる」「足元が冷える」からである。

次に、セントラル暖房設備のない4号、6号棟の主な暖房器具は石油ストーブと電気ゴタツであり（図2.5）ほとんどの住戸で使用されている。石油ストーブは燃費が安いことで選択され、D.K、居間で早朝と夕方～夜に使用されており、電気ごたつはくつろげることで選択され、D.K、居間で夕方～夜に使用されている。使用上の問題点として、石油ストーブに対しては、空気が汚れる、臭いがする、壁がしめる、といった衛生上の問題が指摘されている。電気ごたつに対する問題点は特に指摘されていない。これらの結果は以前行った公団住宅を対象とした設備の実態調査とほとんど同じである。

器具に対する満足度（図2.6）は、3棟の間で特徴的な差はみられず、石油ストーブについては、「十分満足」及び「まあ満足」が約60%、電気ごたつについては約80%となっている。

以上のように、電気ごたつはセントラル暖房設備の有無にかかわらずほとんどの住戸で使用されており、生活習慣の根強さを示しているといえよう。又、石油ストーブについては、KMC実験住宅では、セントラル暖房の経費が高いために、又5号棟では、D.Kに放熱器がないために使用されている。

2.2.2 冷房設備

KMC実験住宅以外の住棟では、入居時において冷房設備は設置されていない。調査結果によれば、入居後にクーラーが設置されている住戸がみられるが、3棟の間で大差ないので3棟についてまとめて述べる。

冷房設備としては、主に扇風機が使用（74%）され、クーラーは使用率23.3%と少ない。

クーラーと扇風機の使用場所及び使用時間は、ほとんど同じで、居間において、午後、夕方～夜に使用されている。

ウィンドファンは寝室で睡眠中に使用され特徴的である。使用上の問題点としては、クーラーに対しては電気代が高いことの他は特にない。満足率は、「非常に満足」と「まあ満足」をあわせると50%をこえる。これらの結果も公団住宅を対象とした結果²²⁾とほぼ同様である。

2.2.3 給湯設備について

5号棟の住棟セントラル方式では、浴室、台所、洗面所に給湯栓が設置されている。4、6号棟では、浴室に

B F 式の給湯器が設置されているだけであるが、ほとんどの住戸で台所に瞬間湯沸器を設置している。

(i) 使用上の問題点

住棟セントラル方式の場合の使用上の問題点は図 2.7 の通りであり、使用時間の制限、湯が出てくるまでの時間が長い、温度調整ができない、などの問題点の指摘が多い。それに対し KMC 実験住宅では、湯量の不足(13戸中3戸)、湯温の調整ができない(2戸)などが指摘されている。又、住棟セントラル方式は、追い焚きができないわけであるが KMC と同様特に不便は感じられていない。

4, 6 号棟では台所に設置されている瞬間湯沸器について危険を感じることもある、湯量が少ない、空気が汚れる、光熱費が高くなるなど、安全性、衛生性、経済性での指摘が多い。

(ii) 評価(図 2.8)

満足度は、住棟セントラル方式の住宅では「非常に満足」が37%で特に評価が高い。必要性に対しては KMC 実験住宅、5 号棟とも肯定的な意見が大部分である。

2.2.4 換気設備について

換気設備としては、5 号棟では台所と便所にファンが設置され、4, 6 号棟では台所、浴室、便所にファンが設置されている。5 号, 4, 6 号棟まとめたのべる。

まず、換気効果について「十分でないことがある」と答えた住戸は、夏期51%, 冬期32%であり、当然のことながら炊事時に問題が生じている。換気について感じている問題点としては、図 2.9 に示した通りである。

また、満足度について、「まあ満足」35%, 「どちらとも言えない」27%, 「やや不満」27%と評価がわかれている。

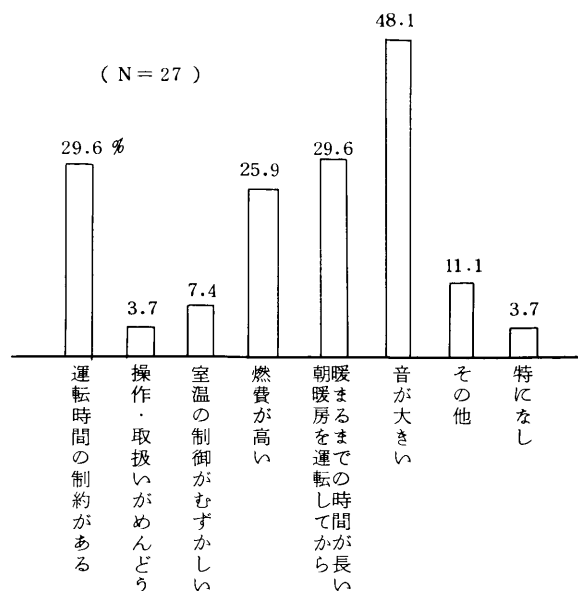
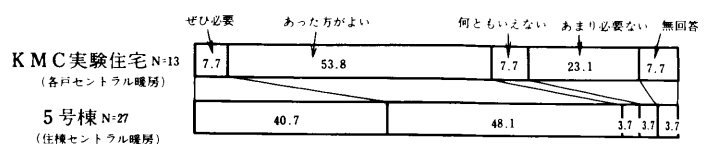
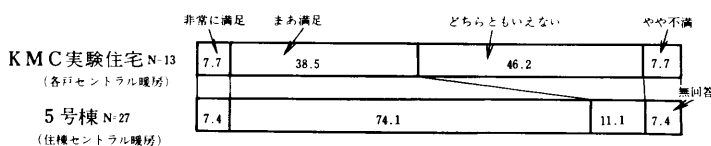


図 2.2 5 号棟(住棟セントラル暖房)に対する問題点



(1) セントラル暖房の必要性



(2) セントラル暖房に対する満足度

図 2.3 暖房システムに対する評価

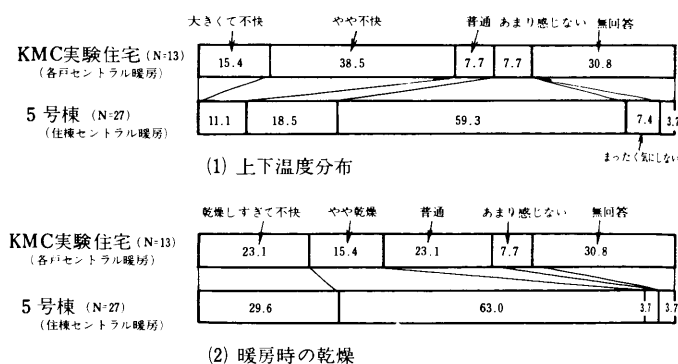


図 2.1 暖房システムの相違と快適性について

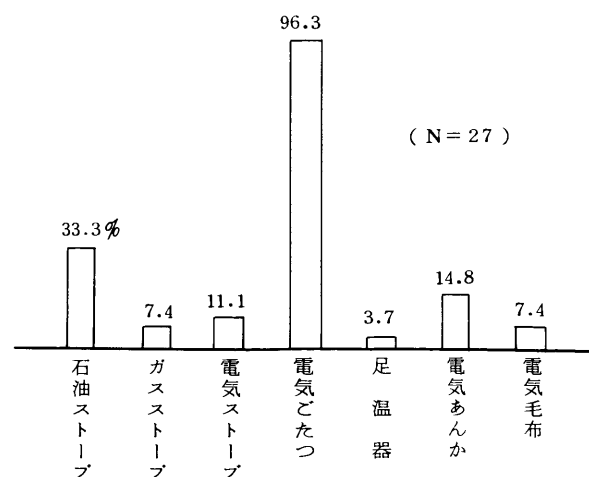


図 2.4 5 号棟(住棟セントラル暖房設置)における暖房器具の使用率

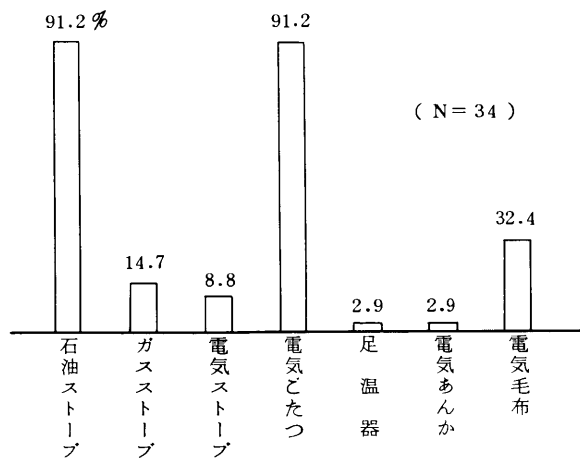


図 2.5 4, 6 号棟における暖房器具の使用率

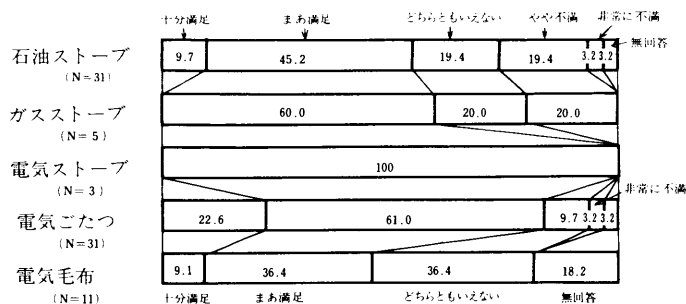


図 2.6 4, 6 号棟における暖房器具の満足率

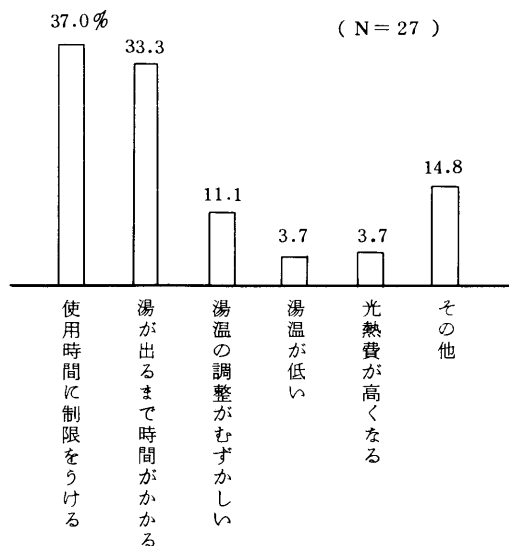


図 2.7 5 号棟 (住棟セントラル給湯) における給湯使用上の問題点

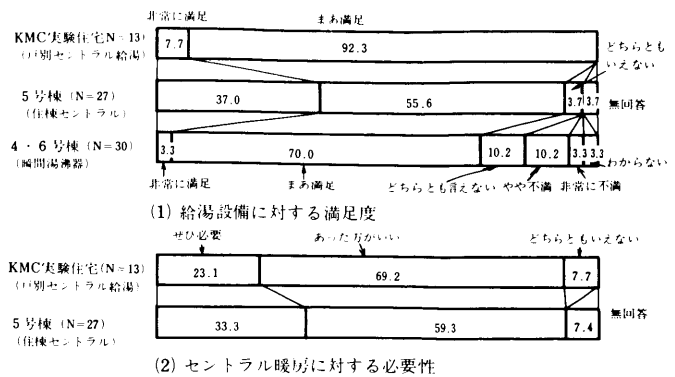


図 2.8 給湯設備に対する評価

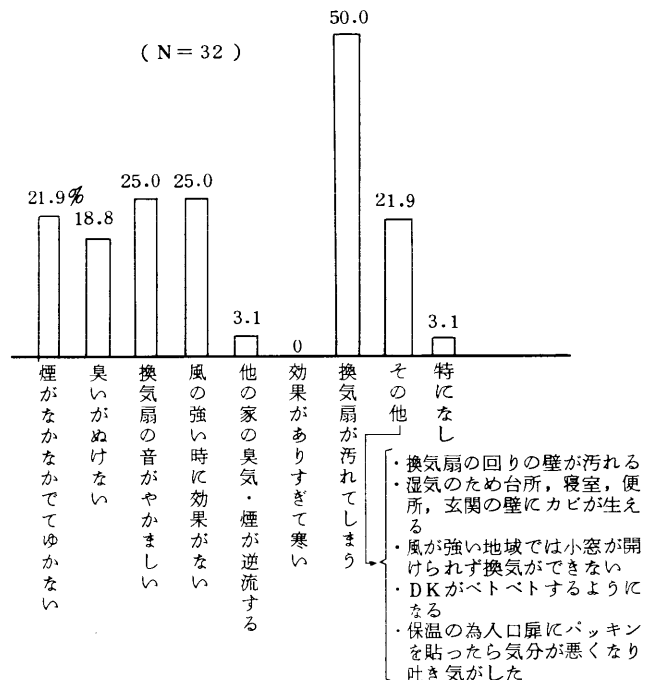


図 2.9 4, 6 号棟換気設備に対する問題点

2.3 結 論

- ① 暖房設備に関して、各戸セントラル方式と住棟セントラル方式を比較すると、
 - (i) 上下温度分布が大きいことに対する指摘率は各戸セントラル方式の方が高い。
 - (ii) 問題点としては、住棟セントラル方式ではファンの騒音、運転時間の制約、立ち上がり時間が長いこと、が指摘されている。各戸セントラル方式では特に燃費が高いことに対する指摘が多い。これは住棟セントラルの方が重油を使用しているのに対し各戸セントラルではプロパンガスを使用していることも1つの理由である。
 - (iii) セントラル暖房の必要性に関しては、住棟セントラル方式の方が積極的に必要性が感じられており、満足度の点に関しても高く評価されている。
- ② 住棟セントラル暖房設置の5号棟では、石油ストーブの使用率は33.3%で、KMC実験住宅に比べて低いが、

電気ごたつの使用率は96%とやはり高い。電気ごたつは「足元が冷える」「くつろげる」という理由で使用されている。

セントラル暖房のない4, 6号棟では、使用器具は石油ストーブと電気ごたつという典型的なパターンである。

③ KMC 実験住宅以外の住棟におけるクーラーの使用率は23.3%と低く、74%の住戸で扇風機が使用されている。

④ 給湯設備に関して、住棟セントラル方式と各戸セントラル方式を比較すると住棟セントラル方式では時間の制限や湯がでてくるまでの時間が長いという指摘が多いにもかかわらず、この方式に対する満足率は各戸セントラル方式よりも高く、必要性も強く感じられている。

⑤ 換気設備に関しては、KMC 実験住宅の場合と同様換気扇の汚れ、換気効果の低いこと、騒音などに対する指摘が多い。垂直ダクト方式でも単なる壁設置のファンでも同様の問題点が指摘されており、根本的に換気設備を考え直さなければならないといえよう。

<参考文献>

- 1) 通産省大臣官房総合エネルギー政策課編「総合エネルギー統計」昭46年版
- 2) 総理府統計局「家計調査年報」昭47年版
- 3) 東京都庁「都民のくらしむき」昭48.10~昭49.9
- 4) 勝田, 村上, 吉野「暖房実態の追跡調査と用途別年間エネルギー消費量」日本建築学会関東支部 昭49年
- 5) 大阪瓦斯株式会社営業開発部「新しい住まいへの提言」大阪ガス東豊中実験住宅調査報告書No.1 昭44.10
- 6) 勝田, 村上, 中上「独立住宅における居住時の暖房実測」日本建築学会大会 昭47.10
- 7) 柳町「三田パークマンション設置の空調給湯設備の実験データ第2報」家電月報 昭48.4
- 8) 尾島, 増田「都市住宅の住環境と設備の総合調査 その3, 各種住宅のエネルギー消費状況」日本建築学会大会 昭47.10
- 9) 国土開発技術研究センター「建物におけるエネルギー利用効率向上に関する研究報告書」 昭49.11
- 10) 日本建築センター「住宅産業における材料および設備の標準化」 昭47.3
- 11) Building Research Establishment, June. 1975
“Energy conservation: a study of energy consumption in building and possible means of saving energy in housing”
- 12) 落藤, 神野「集合住宅のエネルギー消費についてー札幌の場合ー」空気調和衛生工学会学術講演梗概集 昭49.10
- 13) Hittman Associates, Inc. “Residential Energy Consumption

Multifamily Housing” HUD, 1974-1

- 14) HUD “Residential Energy Consumption” March 1973
- 15) Air-Conditioning, Heating & Refrigeration News, August 13. 1973 “Energy Use in Military Housing”
- 16) Heating / Piping / Air Conditioning, August, 1973
“What type of heating uses least energy?”
- 17) 日本エネルギー経済研究所「家庭エネルギーの発展方向」昭46.1
- 18) 日本エネルギー経済研究所「家庭エネルギー消費構造の分析, 現在消費構造の分析と1985年の需要予測」 昭50.3
- 19) 総理府統計局「住宅統計調査報告」昭48
- 20) 日本住宅設備システム協会他「冷暖房機器に関する需要実態全国調査報告書ー特に寒冷地, 準寒冷地の暖房を中心としてー」昭48.3
- 21) 経済企画庁調査局編「消費と貯蓄の動向」消費動向予測調査の結果の分析 昭49年版
- 22) 勝田, 山田, 村上, 後藤, 峯, 吉野「都市集合住宅における暖冷房給湯換気設備の使用実態及び要求度に関する研究」日本住宅公団建築部調査研究課 昭49.4
- 23) 家庭電気文化会「各電力会社電気機器普及状況」家電月報 昭50.9
- 24) 落藤, 斉藤, 佐々木他「独立住宅におけるエネルギー使用の実態調査 その1, 2, 3」空気調和衛生工学会北海道支部 第8回学術講演論文集 昭49.1
- 25) 落藤, 斉藤, 佐々木他「集合住宅における個別暖房の使用熱量」日本建築学会北海道支部 第41回研究発表会 昭49.3
- 26) 江口「公共住宅の物理的居住水準に関する研究」建築研究所年報 昭43年度
- 27) 江口, 久我, 岡, 浅野, 土屋「公共住宅の物理的居住性に関する研究」建築研究所年報 昭44年度
- 28) 江口, 久我, 岡, 浅野, 土屋他「公共住宅の室内気候実態調査その1, 薄肉コンクリートプレハブ」日本建築学会大会 昭46.11
- 29) 勝田, 江口, 村上他「結露防止工法に関する研究ー袖ヶ浦団地職員住宅における住い方と屋内気候に関する現場実測ー」日本住宅公団建築部調査研究課 昭44.12
- 30) 勝田, 村上, 吉野「住宅におけるエネルギー消費と居住環境性能に関する調査研究報告書」新住宅普及会新住宅建築研究所 昭49.10
- 31) 勝田, 村上, 吉野「KMC (公団モデューラーコーディネーション) 実験住宅における居住環境実験ー換気, 暖房, 冷房についてー」日本住宅公団建築部調査研究課 昭48.11
- 32) 藤井, 関根, 野村「市街地住宅の居住性」日本住宅公団建築部調査研究課 昭38.8

- 33) 藤井「コンクリートアパートの室内気候に関する研究」日本住宅公団建築部調査研究課 昭38.4
- 34) 野田, 関, 山田「量産研B試験体居住性能試験報告書」八千代エンジニアリング株式会社
- 35) 理科年表 昭49年度
- 36) 斉藤, 松尾他「高層住宅の夏季居住性に関する研究—南北軸住棟における熱環境—」
日本住宅公団建築部調査研究課 昭46.4
- 37) 勝田, 村上, 吉野「密閉型燃焼器具を用いたホームセントラル暖房・給湯時の環境設備に関する実験的研究」日本住宅公団建築部調査研究課 昭46.3
- 38) 勝田, 村上, 吉野「住宅環境実験の目的と方法—熱環境・空気環境を中心として—」日本建築学会関東支部 昭47年度
- 39) 勝田, 村上, 中上「住宅設備のエネルギーによるグレード」日本建築学会関東支部 昭45年度
- 40) Building Environment Division Center for Building Technology, “Technical Options for Energy Conservation in Building”, June. 1973
- 41) Ad Hoc Committee on Fuel Conservation, Office of the Special Assistant to the President for Consumer Affairs, and NBS, Institute for Applied Technology, Center for Building Technology. “7 ways to Reduce Fuel Consumption in Household Heating through Energy Conservation”
- 42) The Office of Consumer Affairs, and NBS Institute for Applied Technology, Building Research Division.
“11 ways to Reduce Energy Consumption and Increase Comfort in Household Cooling.”
- 43) 村上「住宅におけるエネルギー消費と省エネルギーの方向」建築雑誌 昭50.4
- 44) 渡辺「建築計画原論Ⅲ」丸善
- 45) 勝田, 村上, 吉野「住宅の給湯使用実態と容量算定法に関する研究 その1 集合住宅の環境装備に関する研究」空気調和衛生工学第47巻・第4号

お世話になった方々にここに記して深甚なる謝意を表します。

なお、本研究の担当者は以下の通りである。

勝田 高 司(東京大学生産技術研究所 教授 工博)

村上 周 三(同 上 助教授 工博)

吉野 博(同 上 助手)

謝 辞

本研究に当りましては、財団法人新住宅普及会住宅建築研究所より有益な御援助をいただきました。又、第2編のアンケート調査にあたりましては東京三洋電機株式会社の各位より多大なる御協力を頂きました。さらに、データの整理に当りましては芝浦工業大学学生 太田鋼治、小田雅彦、吉田孝雄各君の協力を得ました。